

* Lith. *

453

h

Lith.
4 5 3.^h

Wiegmann

Entstehung, Bildung und das Wesen

Torfe.

von der Königl. Academie der Wissenschaften in Berlin
des Preuss. für 1864 vordr. gehaltenen Vortrags.

nebst einem Anhange

Entstehung, Bildung und das Wesen

Handelssteine und der daraus resultirenden

von A. F. W. Wagner

Verlag von Neumann, Neudamm

Neudamm, Neudamm

Verlag von Neumann, Neudamm

1864

1864

Ueber die
Entstehung, Bildung und das Wesen
des
T o r f e s,
eine
von der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin
des Preises für 1833 würdig erkannte Preisschrift,
nebst einem Anhang
über die
Entstehung, Bildung und das Wesen
der
Raseneisensteine und des erdigen Eisenblau,

von
Dr. A. F. Wiegmann sen.,
Professor in Braunschweig.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Fr. Vieweg und Sohn.

1837.

140. D.

Ueber die
Entstehung, Bildung und das Wesen

des

T o r f e s ,

eine

von der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin
des Preises für 1833 würdig erkannte Preisschrift

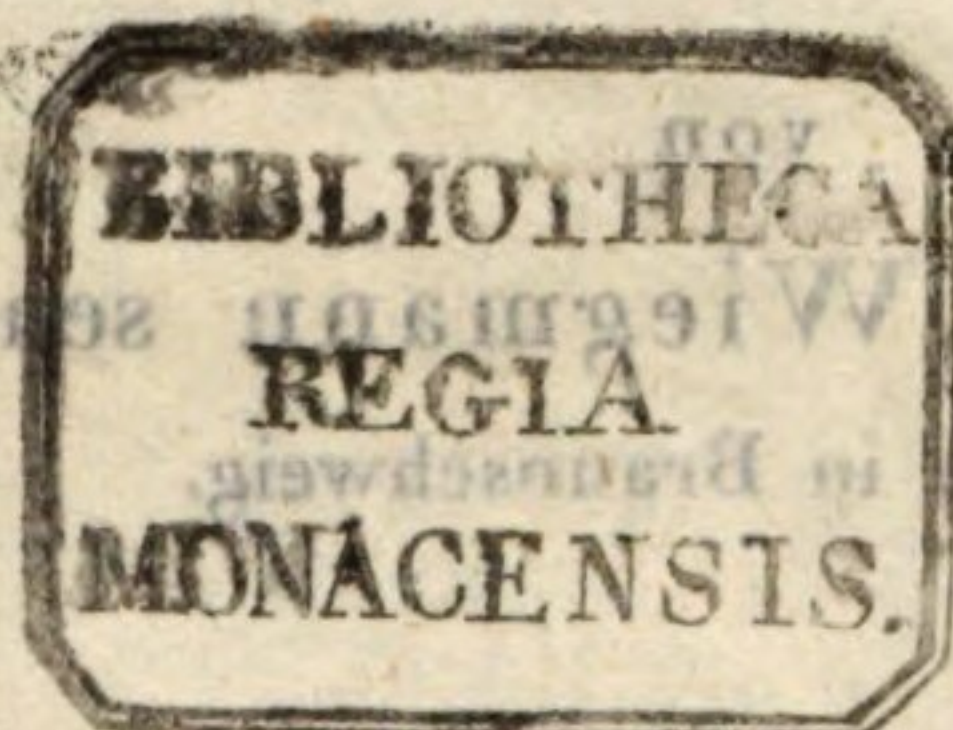
nebst einem Anhange

über die

Entstehung, Bildung und das Wesen

der

Masseneisensteine und des erdigen Eisensplan



Braunschweig,

Druck und Verlag von Fr. Vieweg und Sohn.

1837

Der
Vorwort
verehrten Gesellschaft

zur
Beförderung der gesammten Naturwissen-
schaften

zu
Marburg
als
Zeichen der innigsten Hochachtung

vom
Verfasser.

Der
verehrten Gesellschaft

zur

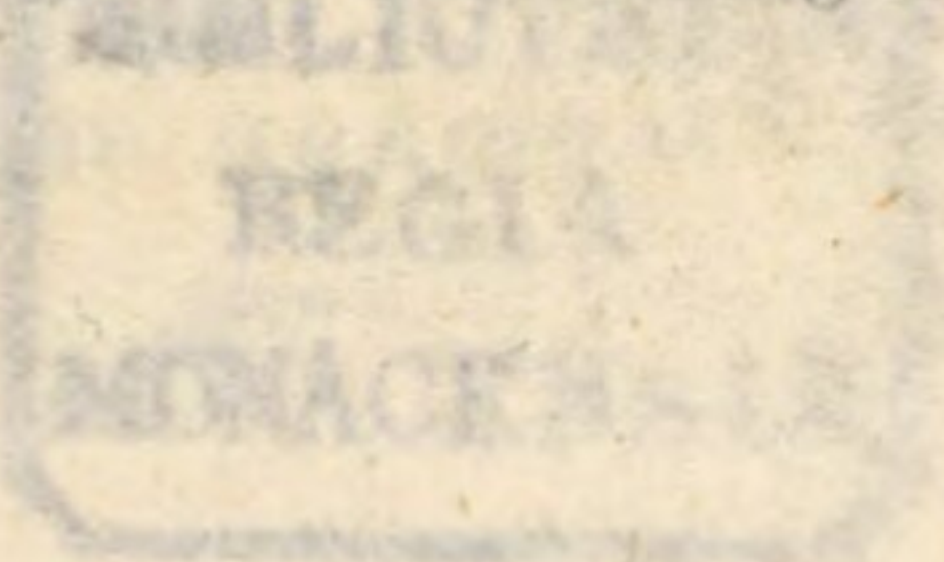
Beförderung der gesammten Naturwissen-
schaften

zu

Marburg

als

Zeichen der innigsten Hochachtung



von

Verfasser.

V o r w o r t.

Schon seit länger als 30 Jahren hatte ich mich mit Erzeugung des Humus in Hinsicht auf Gartenbau und Agricultur beschäftigt, und durch Sprengel's wichtige Entdeckung der chemischen Eigenschaften der Humussäure angeregt, und in meinen früheren Ansichten hinsichtlich der Entstehung des Torfes bestärkt, auch im Jahre 1828 versucht, Torf künstlich darzustellen, und den Uebergang der Pflanzen in Torf dabei genau zu beobachten, als ich durch Nro 200 der allgemeinen Königl. Preufs. Staatszeitung vom Jahre 1831 mit einer Aufforderung der Königl. Akademie zu Berlin bekannt gemacht wurde. Dieselbe verlangte nämlich als Preisaufgabe für das Jahr 1833: Eine Darstellung der Veränderungen, welche die Pflanzen, aus welchen Torf entsteht, bei ihrem Uebergange in Torf erleiden, nach genauen Analysen, sowohl den Pflanzen, aus welchen Torf entsteht, als auch des Torfes selbst, mit Rücksicht auf die neuen chemischen Untersuchungen des Humus.

Der oben erwähnten Umstände wegen wagte ich es daher, der Königl. Akademie im März des Jahres 1833 meine Versuche und Beobachtungen über diesen Gegenstand in einer wohl etwas unvollständigen Darstellung als Preisschrift vorzulegen.

Im Julius desselben Jahres ertheilte mir zwar die physikalische Klasse der Königl. Akademie den für die beste Beantwortung der erwähnten Frage ausgesetzten Preis, bemerkte mir aber dabei, dass die Frage selbst, noch nicht zur völligen Zufriedenheit der Akademie erlediget worden sei, und meine Schrift nicht auf den Titel einer gekrönten Preisschrift Anspruch machen könne.

Von mehreren Seiten dazu aufgefordert, meine Abhandlung, deren Dasein und Schicksal durch den allgemeinen Anzeiger der Deutschen, und mehrere ökonomische Zeitschriften, bekannt geworden war, drucken zu lassen, und davon überzeugt, dass ich vielleicht nur zu flüchtig gearbeitet, und mich in der Voraussetzung, dass vor längerer Zeit schon erwiesene Thatsachen allgemein bekannt wären, mich nicht ausführlich genug darüber ausgedrückt hätte, wagte ich es, die physikalische Klasse der Akademie geziemend zu bitten, mich auf Dasjenige, was dem Verlangen derselben in meiner Abhandlung nicht entsprochen habe, aufmerksam machen zu wollen.

Als die verehrte Akademie mit gütiger Bereit-

willigkeit meine Bitte gewährt, und mich mit demjenigen bekannt gemacht hatte, was ihr, indem sie wohl die früheren unvollständigen Analysen des Torfes zu sehr beachtet hatte, in meiner Darstellung als bloß hypothetisch, und nicht gehörig erwiesen, auch nicht gehörig ausgeführt erschien, arbeitete ich die ganze Abhandlung um, verbesserte diese Fehler, und vermehrte die Schrift mit der Literatur des Torfes, welche ich in der ersten Darstellung zu meinem Nachtheile absichtlich übergangen hatte, so wie auch mit einigen neueren Beobachtungen, worauf ich sie der Akademie zur abermaligen Beurtheilung vorlegte, und dieselbe ersuchte, mir, wenn diese Schrift sich des Beifalles derselben erfreuen würde, zu erlauben, sie als eine des Preises würdig befundene Schrift drucken lassen zu dürfen.

Da nun ein gütiges Schreiben der verehrten Akademie vom 1sten Julius dieses Jahres mich von der Zufriedenheit derselben mit dem Inhalte der Schrift versichert, und mir die Erlaubniss, mich des erwähnten Titels bei derselben zu bedienen erlaubt hat, so nehme ich keinen Anstand mehr, das Schriftchen der Presse zu übergeben, und füge demselben als Anhang eine schon früher in Kastner's Archiv der Naturlehre abgedruckte Abhandlung: über die Entstehung der Raseneisensteine und des erdigen Eisenblau, etwas ausführlicher bei, theils weil beide Mi-

neralkörper in der nächsten geognostischen Verwandtschaft und Beziehung zum Torfe stehen, und gleich diesem stets Humussäure und Phosphorsäure in ihrer Mischung enthalten, theils aber auch, weil die Entstehung und das Wesen dieser beiden Körper, deren Bildung ich genau beobachtet habe, noch nicht allgemein bekannt zu sein scheint.

Braunschweig, im November 1836.

A. F. Wiegmann.

Ueber
die Entstehung, Bildung und das
Wesen des Torfes.

Der Schriftsteller vor mehr als hundert Jahren
beschreibt den Torf als eine rein mineralische Substanz, in
welcher einige vegetabilische Theile nur etwas Unwesentli-
ches und Zufälliges waren, so der Chemiker Stahl, der im
vorhergehenden Jahrhundert auch noch Ranken in seinen Natur-
geschichte von 1709. Doch diese ist der Torf eine Erde,
und weil diese für sich nicht existiren ist, eine mit Kohle,
Holze, Bergspeck, oder auch mit andern Schmelzen durchdrun-
genen Erde, weil bei dem allen Brennstoffe durch den ge-
wöhnlichen Brennstoff (Phlogiston) sich verwandelt war.
Der unbekannter Schriftsteller, der sich: Patridophilus
nennt, erzählt im 5ten Bande der Danske Ordonn. Blag.
XIV. sämtliche Torfmoore für Erzeugnisse der
Natur. Durch diese sagt er, sei eine ganz organische
Substanz, die im Wasser untergegangen, und nachher, wenn sie

Wesen des Todes.
die Entstehung, Bildung und das

Ueber

Non verbis, sed factis!

Ueber die Entstehung, Bildung und das Wesen des Torfes waren und sind die Meinungen der Gelehrten, wie bei so manchen anderen Gegenständen der Naturgeschichte, höchst verschieden; doch lassen sich alle, ihren Grundideen nach, in zwei verschiedene Classen theilen.

Die eine nimmt an, dass der Torf vegetabilischen Ursprungs sei, und aus den Gewächsen entstehe, die wir in oder auf demselben finden.

Die zweite nimmt aber an, dass derselbe durch etwas Anderes als Vegetabilien gebildet werde, und, dass die in ihm gefundenen Vegetabilien, nicht zu dem Wesen des Torfes selbst, sondern zu seinen Zufälligkeiten, als etwas Fremdes, gehörten.

Die alten Schriftsteller vor mehr als hundert Jahren, betrachten den Torf als eine rein mineralische Substanz, in welcher einige vegetabilische Theile nur etwas Unwesentliches und Zufälliges seien: so der Chemiker Stahl, der Naturforscher Scheuchzer, ja auch noch Funke in seiner Naturgeschichte von 1799. Nach ihnen ist der Torf eine Erde, und weil diese für sich nicht brennbar ist, eine mit Erdöl, Erdharz, Bergpech, oder auch wohl mit Schwefel durchdrungene Erde, weil bei ihnen alles Brennbares durch den gemeinschaftlichen Brennstoff (Phlogiston) sich verwandelt war.

Ein unbekannter Schriftsteller, der sich: Patridophilus nennt, erklärt im 6ten Bande der Danske ökonom. Mag. Nro. XIV. sämtliche Torfmoore für Erzeugnisse der Sündfluth. Durch diese, sagt er, sei eine ganze organische Welt im Wasser untergegangen, und nachher, von dem

Wasser mehr oder weniger aufgelöset und zertheilt, wieder auf das Land abgesetzt worden. Der größte Theil sei in die tiefsten Stellen zusammengeführt worden, und diese bildeten die ursprünglichen, ältesten und besten Moore, welche den vorzüglichsten Torf lieferten. Doch finde sich dieser auch nie allein in einem Moore, sondern mache nur den untersten Theil aus; nach oben zu befinde sich ein Torf, der aus der Herabschwemmung des übrigen Bodensatzes auf den höheren Gegenden, von da in diese Tiefen, durch Regengüsse und dergleichen entstanden sei.

Riem ¹⁾ stellt in seiner Abhandlung über den Torf die Hypothese auf, dass der Torf seinen Ursprung dem Meere, dessen Grund sehr fruchtbar sei, zu verdanken habe, und führt dafür Gründe, welche keiner Widerlegung würdig sind, an. Ein Herr v. Wolters behauptet ²⁾, dass der Torf ein unter stillstehenden, sumpfigen Wassern blühendes, grünes und wachsendes, faseriges Gewächs sei, welches eine Kraft zu wachsen, und wieder nach zu wachsen, mit sich führe, und als zum bequemsten zum Brennen von allen Vegetabilien gleichsam zur Feuerung geboren sei.

Voigt ³⁾ äußert eine ähnliche Meinung, er sagt: »Nach meinen Erfahrungen glaube ich annehmen zu können, dass der Torf ein eigenes, für sich bestehendes Wurzelgewebe ist, das immer in sich selbst fortwächst, ohne über sich zu treiben, und Blätter oder Stängel zu formiren. Dagegen scheinen diejenigen Pflanzen, deren Wurzeln den Torf ausmachen sollen, nur von der Beschaffenheit zu sein, dass sie im Torfe fortkommen und gedeihen können; man kann ihre Wurzeln oft deutlich vom Torfe unterscheiden, in welchem sie nieder gehen, und dabei lassen sich auch an-

1) Riem, Abhandlung vom gesammten Torfwesen. Dresden, 1794. §. 33.

2) Dieselbe §. 39.

3) Voigt, Versuch einer Geschichte der Steinkohlen, Braunkohlen und des Torfes. Weimar, 1802. S. 230.

»dere Wurzelgewächse aufzählen, die ohne über sich zu
»treiben, ganz für sich fortwurzeln und wuchern, wie die
»Trüffeln, die Wurzelgeflechte in den Brunnenröhren etc.«

Auch die Engländer Dr. Plot und Dr. Anderson vertheidigten noch im Jahre 1799¹⁾ die Meinung, dass der Torf eine ordentlich wachsende Pflanze *sui generis* sei, und nicht aus verschiedenen Vegetabilien und deren Resten bestehe.

Die Herren v. Carlowitz und v. Xanthien meinten²⁾, dass der erste Ursprung des Torfes nicht allein eine gewisse schleimige Grundmaterie, sondern auch gewisse mineralische Wässer zum Grunde habe, denn man finde, dass jeder Grund, worauf der Torf seinen Anfang genommen, ein Sandgrund (?), und das erste, was auf dem Sande liege, ein schwarzes, schleimiges Wesen sei, welches weder Gras noch Wurzeln enthielte, und dennoch in Formen gedrückt, wo es dann bräunlich aussähe, Flammen und Hitze gebe. Dieser Schlamm möchte daher die Grundmaterie sein, woraus der Torf seinen Ursprung genommen; in der Folge höher gestiegen, sich ausgebreitet, und die Oberfläche, worauf Kräuter, auch oft umgefallenes Holz, befindlich wären, überzogen hätte. Die metallischen Bestandtheile des Torfes stammten von mineralischen Wässern her, und »die Torfbrüche erhielten ihr Brennbares aus den mit ihnen verbundenen mineralischen Feuchtigkeiten, weil es eben so tiefe andere Brüche gebe, als die Torfbrüche, welche auch aus schlammiger Erde beständen, die aber nicht hinlänglich brennbar sei; auf dieser wachsen Gras und Kräuter, auf den rechten Torfbrüchen aber nicht« u. s. w.

Gewiss haben diese Herren, gleich mir, die neue Erzeugung von Torf, in ausgestochenen Torfgruben mit sandiger Unterlage beobachtet, und haben sehr richtig gesehen. Zuerst erscheinen in solchen Gräben oder Gruben Ulven und Conferven, dann Pflanzen aus der Familie der Najaden,

1) Moll's Ephemeriden V. vom Jahre 1809. S. 530.

2) Riem, Abhandlung vom gesammten Torfwesen, I. c. §. 40.

welche bei ihrem Absterben eine gallertartige, schwärzliche Masse, den sogenannten Schlammthorf, bilden, welcher dann weder Gras noch Wurzeln enthält, getrocknet bräunlich aussieht, und in Formen gedrückt mit Flammen brennt, aber wenig Hitze giebt, weil Humuskohle und harzige Bestandtheile meist fehlen. Allerdings wird wohl aller Torf der Hochmoore, und auch mancher anderen Moore, diesem schwarzen, schleimigen Wesen seinen Ursprung, auch bei anderen wasserdichten Unterlagen als Sand, mit zu verdanken haben, und deshalb ist diese Hypothese nicht ganz ohne Grund, wenn man das Aufsteigen und Ausbreiten dieser gebildeten unorganischen Masse, so wie das Ueberziehen von Vegetabilien der Oberfläche, nicht wörtlich nimmt. Eben so richtig ist es, dass die metallischen Bestandtheile des Torfes von mineralischen Wassern, das heißt, von denen in dem Wasser des Moores aufgelöst sich befindenden, oder von denselben mit in das Moor geführten, demselben beigemengten, zum Theil aus atmosphärischem Staube bestehenden Erden und Metalloxyden herrühren, insofern sie nicht denen im Torfe befindlichen zersetzten Pflanzen ihre Gegenwart im Torfe zu verdanken haben. Welche Idee aber dabei zu Grunde liege, dass der Torf durch »diese, mit ihm verbundene mineralische Feuchtigkeiten sein Brennbares erhalte,« ist mir räthselhaft, und wohl kaum durch die Annahme des Phlogiston ganz zu erklären. Grundlos ist aber völlig die Behauptung, dass auf Torfbrüchen, die wirklich brennbaren Torf enthalten, weder Gras noch Kräuter wachsen sollen, da im Gegentheile sowohl Hochmoore als Wiesenmoore, mit solchen Gräsern und Pflanzen, die sauren Humus lieben, bedeckt sind; freilich auf Torfbrüchen, die bearbeitet worden, und von denen die oberen Rasen (Plaggen) abgestochen worden sind, wachsen keine Pflanzen.

Herr Hofrath Blumenbach giebt in der 9ten Auflage seiner Naturgeschichte 1814. S. 669 folgende Beschreibung über das Wesen des Torfes: »Der Torf selbst besteht aus

»vermoderten, oder auch nur dicht zusammengefilzten, mit
 »Erdharz mehr oder weniger durhzogenen Pflanzen, zumal
 »von Moosen und Gräsern, in theils Gegenden auch von
 »Heidekraut u. s. w., und diese Torfarten sind freilich
 »größtentheils von neuer Entstehung, wodurch denn manche
 »Naturforscher bewogen worden, den Torf überhaupt nicht
 »zu den Fossilien zu zählen.«

Dass Erdharz einen nur geringen Bestandtheil des Torfes ausmache, zeigen alle Analysen desselben, ja! die meisten Analytiker haben, auf eine mir unbegreifliche Weise, gar kein Erdharz in demselben gefunden, dasselbe ist also durchaus nicht allein der Bestandtheil, den es verursacht, dass der Torf anhaltend brennt, noch weniger sind vermoderte, oder nur zusammengefilzte Gräser, Moose und andere Pflanzen vermögend, Feuer zu unterhalten.

Eine andere, von den genannten abweichende Meinung, stellt Herr Hofrath Kastner in seinem Handbuche der Meteorologie über die Entstehung des Torfes auf, indem er sagt ¹⁾: »Atmosphärischer Staub, Regen, hygroskopisch angezogenes Wasser, und durch Lichtstoff entwickelte Elementar-Organismen scheinen den ersten Anfang, oder vielmehr die erste Grundlage der Torfbildung darzubieten, die denn durch abwechselndes Wachsen, Verwesen und Wiederwachsen, vorzüglich von *Sphagnum*, weiter befördert und unterhalten wird. Vielleicht veranlassen oder befördern besondere galvanische Verhältnisse des Bodens die ersten, und somit auch die ferneren Ansätze, indem der Torf sich fast so absetzt, wie geschehen müsste, wenn der unterste Grund des Torfmoores der — E. Pol einer großen einfachen galvanischen Kette wäre, der + Pol weiter unten in größere Tiefe gelegen ist, und der als — E. Pol die brennbare, kohlenstoffige Substanz auch selbst dann anziehet, wenn sie als Elementar-Organismus, oder als verwesender Pflanzen-Leichnam in der Nähe vor-

1) Kastners Handbuch der Meteorologie. 1ster Bd. 1823. S. 113.

»kommt; so, dass der jüngere Torf dem älteren galvanisch,
 »etwa in ähnlicher Weise verbunden wird, wie bei den
 »galvanisch dargestellten Metaldendriten, die nächste Den-
 »drite mit der vorher abgesetzten sich körperlich verbindet,
 »in dem Momente, wie sie aus der Metallauflösung entlas-
 »sen wird. Neue Staubbdeckungen und Verwesungsrück-
 »stände bereiten ihre Oberfläche zur Aufnahme vollkomme-
 »ner Gewächse vor, jedoch ist die Zahl dieser phänogami-
 »schen Gewächse nur gering, und im ganzen kann man an-
 »nehmen, dass der Torfgrund die Entwicklung der sicht-
 »bar blühenden Gewächse verhindere.«

Dass früher, ehe die Niederungen und Vertiefungen, sowohl in den Thälern, als auf den Gebirgen, sich versumpften, durch atmosphärischen Staub, verwesende Organismen und stagnirendes Wasser, ein schlammiger Humus in denselben gebildet wurde, der zum freudigen Wachstume zahlreicher Arten von Sumpfgewächsen sich eignete, dass auf demselben diese Gewächse üppig vegetirten, aber wegen des sich allmählig über ihnen anhäufenden Wassers nicht gänzlich verwesen konnten, sondern in Humussäure und Humuskohle übergingen, wodurch die nachfolgenden Gewächse noch mehr der Verwesung entzogen wurden, und, dass sich dadurch Torf bilden, und die Torfmasse sich anhäufen musste, ist wohl keinem Zweifel unterworfen. Ob aber galvanische Verhältnisse des Untergrundes zu dem ferneren Ansetzen des Torfes beigetragen haben, scheint mir sehr zweifelhaft zu sein, da sich der ganze Vorgang durch die antiseptische Kraft der Humussäure und Entstehung der Humuskohle sehr leicht ohne diese Hypothese erklären lässt.

Herr Hofrath Keferstein macht uns im 6ten Capitel des 3ten Heftes seiner Zeitschrift: Teutschland geognostisch-geologisch dargestellt, 1827, besonders von Seite 210 bis 226, mit den Grundlinien seiner Theorie über die Bildung des Torfes, und anderer, sich noch jetzt bildenden Straten, als des Raseneisensteines, des Wiesenmergels, der Marsch, u. s. w. bekannt, und sucht durch verschiedene, leicht zu

widerlegende Gründe zu beweisen, dass der Torf und die genannten Straten durch eine Art von *generatio aequivoca* entstanden, er meint: ¹⁾ es sei »der Torf eine Mineral-
 »substanz, die bei gewissen Bedingungen, gleichsam durch
 »eine *generatio aequivoca*, aus den allgemein verbreiteten
 »Stoffen, aus Wasser und atmosphärischer Luft, vielleicht
 »aus letzterer allein sich erzeugte; wo diese Bedingungen
 »vorhanden wären, erzeuge sich die Torfsubstanz, zuerst
 »erst als gallertartige Masse, stets mit viel Wasser verbunden,
 »als Kohlen-Wasserstoff, Hydrat, condensirt, und erhärte
 »erst nach und nach.« Späterhin (*loc. citat.* 219) erklärt derselbe: »seine Ansicht gehe demnach dahin, dass
 »durch eine *generatio aequivoca* eine eigenthümliche Torf-
 »substanz sich aus allgemeinen Bedingungen erzeuge, wie
 »durch ähnliche Bedingungen niedere Pflanzen erzeugt würden,
 »und, dass diese Erzeugung so lange fort dauere, als die
 »Bedingungen dieselben blieben, und man könne daher die
 »Torfsubstanz als eine nicht individualisirte Pflanze betrachten.
 »Bei Annahme eines solchen Verhältnisses begreife es sich sehr leicht,
 »warum mit dem Torfe fast stets eine rege Vegetation niederer
 »Pflanzen verbunden sei, die so kräftig wirke, dass sie selbst den
 »Bäumen schädlich würde, und welche den kahlen Sand, und den
 »sterilen Granit, mit mächtiger Pflanzendecke überlagere.«

Die Bemerkungen des Herrn Verfassers: (*loc. citato* 214.) »Dass irgend einmal die festen Massen, die wir sehen,
 »und die wir chemische Elemente nennen, entstanden oder geschaffen
 »sein müssen, setzten wir deren Bildung auch noch so weit zurück,«
 »und, dass die Grundstoffe des experimentirenden Chemikers,
 »deren Zahl sich öfters bald vermehrend, bald vermindernd
 »verändere, nicht die Grundstoffe der Natur sein könnten,
 »und die man vielmehr für gewisse Modificationen einiger wenigen Stoffe

1) *loc. citato* Seite 215.

»annehmen müsse, die vielleicht nichts anders wären, als »gewisse Richtungen der Natur, nur fixirt in gewisse Formen,« können wohl schwerlich in Zweifel gezogen werden.

Ob aber der aus diesen sehr richtigen Ansichten gezogene Schluss: »dass wenn man der Natur die Kraft beilege, »dass sie irgend einmal diese Stoffe erzeugen konnte, »es wohl keine Schwierigkeit habe, zuzugeben, dass sie »dieselben noch fortwährend erzeugen könne,« im Allgemeinen, und besonders für unorganische Körper, unbedingt anzunehmen sei, muss ich sehr bezweifeln.

Die Reste urweltlicher Thiere und Pflanzen, deren Formen und Gröfse von denen der ihnen ähnelnden Individuen, die jetzt unsere Erde bewohnen, so sehr verschieden sind, beweisen es ja deutlich, dass die damals obwaltenden Naturkräfte und deren Wirkungen von denen, die jetzt noch Statt finden, unendlich verschieden sein müssen. Gewiss sind die einfachen, und selbst einige zusammengesetzte und gemengte Körper des Mineralreiches, die wir in Massen finden, und die nicht durch sekundäre Verbindungen entstanden sind, schon vor der letzten Katastrophe, die unsere Erde betroffen hat, gebildet worden. Der Torf aber, sei er auch der älteste, ist, so wie die genannten Straten, und die sekundär gebildeten Mineralkörper, seitdem durch die Wirkungen physischer, chemischer und mechanischer Kräfte, deren Wirkungen wir bei ihnen nachweisen können, entstanden, und deren Erzeugung dauert unter den uns bekannten Umständen noch fort, ohne, dass wir zur Erklärung ihrer Entstehung unsere Zuflucht zu einer Bildung aus Elementarstoffen nehmen müssten.

Der bei weitem gröfsere Haufe älterer und neuerer Naturforscher nimmt an, dass der Torf aus den Gewächsen entstehe, die wir in und auf demselben finden, und, dass also derselbe ein Product zersetzter Vegetabilien sei. Nur über die Art und Weise seiner Entstehung herrschten unter diesen Forschern verschiedene Meinungen, die wohl nur eigentlich deswegen getheilt waren, weil man früher die

Existenz und die Eigenschaften der Humussäure nicht kannte, bei der Analyse des Torfes ihn selten mit Kalien behandelte, und wenn man auch auf diesem Wege, wie Achard¹⁾, durch Kochen mit Kalilauge, eine schwarzbraune Auflösung, und durch Fällung derselben mit Säuren eine schwarzbraune lockere Masse erhielt, dieselbe nicht weiter untersuchte, als, dass man sie verbrannte, ein Verfahren, von dem nur allein Bergsma²⁾ eine Ausnahme gemacht hat, der aber auch zuerst Ulmin (Humussäure), Wachs und Harz im Torfe gefunden hat.

Der große Linnée nahm zuerst (in seiner schonischen Reise) an, der untere Torf sei gleich nach der Sündfluth, der obere Torf aber später von der Herabspülung nachher gewachsener Pflanzen entstanden, und daher schlechter. Später nahm er aber, in Erwägung, dass es Sorten von zuverlässig neuem Torfe giebt, die von eben solcher Schwere und Güte als der älteste Torf vorkommen, seine obige Meinung zurück, und glaubte, dass derselbe auch jetzt noch aus den Gewächsen, die sich in und um dem Moore befinden, entstehe. Diese Meinung ist auch von Noraak in Beantwortung der 1761 in Kopenhagen aufgestellten Preisfrage, die ich nicht gelesen habe, weiter ausgeführt, und dem Stande der damaligen Kenntnisse in den naturgeschichtlichen Wissenschaften gemäß, bestätigt worden.

Degner³⁾, Abildgaard⁴⁾, Däzel⁵⁾, Eiselen⁶⁾, Arends⁷⁾,

1) Achard, chemische Untersuchung des Torfes in Crelles Annalen von 1786. 2ter Bd. Seite 391.

2) Bergsma, *Responsio ad quaestionem in academ. Gröningiana propositam. Gröningae* 1821.

3) Degner, *Dissertatio physico-chemica de Turfis. Troject.* 1729.

4) Abildgaard, *Danske og Norse Magazin* 1762.

5) Däzel, über den Torf, dessen Entstehung etc. München 1795.

6) Eiselen, *Handbuch des Torfwesens.* Berlin 1802.

7) Arends, *Landwirthschaft Ostfrieslands.* 1818. 1ster Bd. von Seite 54 an.

Andresen ¹⁾, Rennier ²⁾, Olafsen ³⁾, De Luc ⁴⁾, und mehrere andere Schriftsteller, die über den Torf geschrieben haben, wie Meiners ⁵⁾ und Heidegger u. s. w., stimmen in der Meinung, dass der Torf vegetabilischen Ursprungs sei, überein, doch sind viele von ihnen in ihren Meinungen, hinsichtlich des ersten Ursprungs desselben sehr verschieden. Degner, Arends, Anderson und Rennier glaubten, dass der Torf seinen Ursprung vorzüglich versunkenen Wäldern, oder in die Niederungen geschwemmten Bäumen, seine erste Entstehung verdanke. Die anderen genannten Schriftsteller nehmen aber an, dass derselbe überhaupt aus zersetzten Vegetabilien entstanden sei und noch entstehe ⁶⁾.

Gleicher Meinung ist auch der einsichtsvolle Dou, der in seinem vortrefflichen Handbuche über den Torf, Leipzig 1823, die beste Definition des Torfes, auch ohne die Humussäure und deren Eigenschaften zu kennen, giebt. Er sagt nämlich Seite 152: »Der Torf ist eine aus abgestorbenen vegetabilischen Theilen entstandene, durch einen »gelinden Gährungsprocess merklich, aber auch nur so »weit veränderte Masse, dass sich die volle Brennbarkeit der Theile erhalten hat, ohne, dass die Masse »noch aus dem Zustande der innerlichen Feuchtigkeit heraus gekommen wäre. Entstehung des Torfes.

-
- 1) Andresen, Ist für das Herzogthum Schleswig ein Torfmangel zu befürchten? Friedrichstadt 1818.
 - 2) Rennier, *Essays on the natural history and origine of pautmoos*. Edinburg 1807.
 - 3) Olafsen, Dennemarks Brandselvasen. Kopenhagen 1811.
 - 4) De Luc, physikalische und moralische Briefe über die Erde. Leipzig 1782. 2ter Bd. S. 314 — 335.
 - 5) In Reufs Sammlungen von Beobachtungen über Gewinnung und Benutzung des Torfes. Leipzig 1793.
 - 6) Besonders aber De Luc, welcher auch nach Angabe eines Moorcommissär Findorf, die Weise der Entstehung des Torfes (*loc. citat.* S. 322 — 23) ganz so beschreibt, wie Crome, Sprengel und ich sie beobachtet haben.

»Theils in stehenden Gewässern (Sumpfmoor), theils auf niedrigen, wasserhaltigen Gründen (Hochmoor), theils aus abgestorbenen Wäldern (Holzmoor), theils in Braakwassern und aus Auswürfen des Meeres (Meermoor).«

Van Marum, welcher in einem frisch ausgegrabenen Fischteiche die Entstehung eines guten brennbaren Torfes aus der *Conferva rivularis*, binnen der Zeit von 5 Jahren (1784 bis 1789) beobachtete, glaubte ¹⁾, dass aller Torf aus dieser Form der Conferven, und *Myriophyllum spicatum*, welches sich nach den Conferven angesiedelt hatte, entstehe, und durch andere phanorogamische Gewächse nur höchstens vermehrt werde. Da aber der Fischteich nicht mit Bohlen eingefasst gewesen ist, so werden wahrscheinlich an dessen Rande Gräser, und andere Feuchtigkeit liebende Gewächse gewachsen sein, welche ebenfalls mit in den Teich gerathen sind, und dem Torfe die gehörige Consistenz gegeben haben, weil sonst nur Schlammtorf, der schnell verbrennt, erzeugt sein würde.

Der verstorbene Crome stellt ²⁾ eine Theorie der Entstehung des Torfes auf, die vielen Beifall gefunden hat, obgleich die Angaben der bei der Bildung desselben Statt findenden sollenden chemischen Processe höchst hypothetisch, und für mich ganz unverdaulich sind. Sehr genau und richtig ist aber seine Beschreibung der ersten Entstehung der Torfmoore, die so vollkommen mit Sprengels und meinen eigenen Beobachtungen übereinstimmt, dass ich später bei Angabe der letzteren, um nicht eine Thatsache doppelt zu beschreiben, mich mehrmals auf die folgende Beschreibung des stufenweise erfolgenden Vorganges der Erzeugung

1) Van Marum, Beobachtungen über den Ursprung des Torfes, in den Abhandlungen der botanischen Gesellschaft in Harlem 1799.

2) Crome, über den Torf und die Gewächse, denen er seine Entstehung verdankt, in Hermbstedts Archiv der Agrikultur-Chemie. 4ten Bandes 2tes Heft.

des Torfes berufen werde. Crome sagt nämlich: »Die ersten Gewächse, welche sich in einer frisch ausgestochenen Torfgrube wieder versammeln, sind Cryptogamen, und nicht nur, wie Van Marum will, die *Conferva rioularis*, sondern andere viele Conferven, Ulven, und sonstige Wasserlagen« (die Crome alle namentlich anführt, die aber alle von gleicher Textur sind, und also gleichen Einfluss auf die früheste Bildung des Torfes haben). »Diese bilden den grünen Schlamm oben auf dem Wasser, dauern eine kurze Zeit, höchstens Ein Jahr, vermehren sich aber durch Sprossen ungeheuer stark, die abgestorbenen Pflanzen aber sinken zu Grunde, und bilden die erste Moderlage. Mit ihnen zugleich, oft einige Jahre später, finden sich einige grössere Wasserpflanzen ein: *Potamogeta*, *Alismæ*, *Hottonia*, *Callitriche*, *Spargania*, *Myriophylla* etc. (alle mit ihren speciellen Namen benannt), die bisweilen in grosser Gesellschaft darin wohnen. Uebersehen darf man nicht, dass auf diesen Gewächsen ganze Familien von Wasserinsecten, Gewürmen u. s. w. leben, die beim Absterben auch zur Vergrößerung des Schlammes beitragen.« (Doch sicher sehr wenig, da sie wirklich verwesen. D. V.) »Allein durch diese, bis jetzt genannte Gewächse wird noch kein Torf gebildet, sondern diese haben nur gleichsam vorgearbeitet, und durch ihre auflöslichen Theile das Wasser zur Ernährung anderer Gewächse fähig gemacht. Zu diesen vorzugsweise (?) den Torf erzeugenden Gewächsen rechne ich mehrere Sumpfmoose, als die verschiedenen Arten von *Sphagnum* und verschiedene *Hypna*« (die ebenfalls benannt sind, aber auch ausser auf saurem Moorgrunde, an feuchten Orten und in Sümpfen wachsen. d. V.). »Das eine dieser Moose findet sich auf diesem, das andere auf jenem Moore häufiger« (oft gar nicht, d. V.), sie sind es aber immer, die mit ihrem ästigen, schwammigen Körper ein festes vegetabilisches Gewebe bilden, welches aber nur oben auf schwimmt. Haben sie sich erst angesiedelt, so geht die Torferzeugung schon rascher vor

» sich, indem sie nicht nur durch Saamen, in trockenen
 » Jahren, sondern auch durch Schösslinge in nassen Jahren,
 » sich vermehren, und also kein ungünstiges Jahr ihre Ver-
 » mehrung verhindern kann, u. s. w. So bildet sich die
 » erste vegetabilische Decke über dem Wasser, welche am
 » Grunde durch die schon vermoderten und gesunkenen
 » Theile vermehrt wird. Auf dem entstandenen festeren
 » Pflanzenbette finden sich auch Phanerogamen ein: *Dro-*
 » *serae*, *Salix repens*, *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*,
 » *Vaccinium uliginosum* und *Oxycoccus*, *Empetrum nigrum*,
 » und mehrere kleine Grasarten, *Scirpi* und *Curices*. Solche
 » Stellen haben oft ein üppiges Ansehen, wagt man aber
 » darauf zu treten, so zittern sie, und drohen zu zerreißen,
 » welches jedoch wegen der Zähigkeit nicht leicht geschieht,
 » sie biegen sich nur, und füllen sich mit Wasser. Mit der
 » Zeit wird diese Decke immer fester, und verwandelt sich
 » nach und nach in ein Moor, über welches man gehen,
 » und selbst mit Wagen fahren kann. Früher aber noch
 » ist der Morast mit kleinen, durch die Rasenpflanzen gebil-
 » deten, wie Inseln hervorragenden, und mit Moosen bepol-
 » sterten Rasen- oder Torfbülten wie besäet. Die Ge-
 » wächse, welche diese Rasen bilden, sind theils Gräser:
 » *Scirpi*, *Junci*, *Eriophora* und *Curices*, theils folgende an-
 » dere: *Erica vulgaris* und *Tetralix*, zwei Hauptgewächse,
 » *Cineraria palustris*, *Caltha palustris*,« und eine Reihe von
 sichtbar blühenden Gewächsen und Cryptogamen, unter
 welchen zu meiner größten Verwunderung auch die ge-
 wöhnliche Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus*) aufgeführt
 ist, die ich nie auf Torfmooren, sondern nur in schattigen
 Wäldern, höchst selten an Waldrändern, gefunden habe,
 dagegen sind die Lichenen, besonders das *Lichen vangiferi-*
nus L., und *L. cocciferus* Linn., wovon ersteres ganze
 Strecken der Rasenplätze überzieht, nicht aufgeführt wor-
 den. » Endlich,« fährt Crome fort, » ist die Decke nun so fest
 » geworden, dass auch kleine Bäume und Sträucher darauf
 » wurzeln können. Es zeigen sich allmählig *Betula Albus*,

»*pubescens, alba, nana, Myrica Gale, Juniperus communis,*
 »*Pinus sylvestris, Salix caprea, acuminata, rosmarinifolia,*
 »*Rubus fruticosus etc. etc.*«

Fast ist es mir unbegreiflich, wie der als genauer Botaniker bekannte Crome zu dem Irrthume verleitet worden ist, einen Theil der genannten Bäume und Sträucher, wie einige Weiden und die Fichte, auch selbst den Wachholder-Strauch, als auf Mooren wachsend anzugeben. Wohl ist es möglich, dass diese Gewächse in der Nähe eines Moores, auf sandigem Heideboden gewachsen sind, aber auf dem Moore selbst sicher nicht. Ich habe auf den fast zahllosen Torfmooren, sowohl Hochmooren, als Berg- und Wiesenmooren, die ich gesehen, und in botanischer Hinsicht durchsucht habe, nur höchst selten Birken, Erlen, Wachholder, *Salix acuminata* und *rosmarinifolia*, nie aber *Salix caprea*, die einen sandigen, nur eben feuchten Boden liebt, noch weniger aber Föhren, die auf Moorgrund verpflanzt, gleich kränkeln, und absterben, gefunden. Zwar findet man in alten Torflagern der Hochmoore oft ganze Fichtenstämme und Stubben von Fichten, die durch die antiseptische Kraft der Humussäure noch vollkommen erhalten worden sind, aber diese liegen immer in der Tiefe der Moore, und sind sicher damals, als sich dieselben bildeten, durch irgend eine Revolution, welche die Stellen betraf, auf denen sie standen, in die Torfbildung gerathen, und so erhalten worden.

Weit weniger spricht mich aber seine Erklärung des physisch-chemischen Prozesses, welcher bei der Torfbildung vor sich gehen soll, an. Crome sagt nämlich: »Wenn
 »die abgestorbenen Pflanzen und Thiere von dem stillstehenden Wasser der Torfgruben gleichsam macerirt
 »werden, so gerathen sie, wenn Sonnenwärme und Luft
 »darauf einwirken, in eine Gährung; ihre flüchtigen Stoffe
 »entweichen; der grösste Theil des Kohlenstoffes widersteht aber der Wirkung der Gährung, so wie auch die
 »Faser, beide senken sich als schwarzer Schlamm zu Boden.

» Dabei verbindet sich der frei gewordene Sauerstoff zur
 » Kohlensäure, oder Essigsäure und Phosphorsäure,
 » auch wohl Schwefelsäure, theils in sehr grosser
 » Menge, wodurch der saure Humus entsteht. Der Stick-
 » stoff, der sich in der vegetabilischen Masse nur in gerin-
 » ger Menge findet, entweicht theils, theils bildet er sich zu
 » Ammonium.«

Dass Sonnenwärme und Luft die Gährung der unter dem Wasser sich befindenden Pflanzentheile befördern, ist wohl keinem Zweifel unterworfen, nur glaube ich, dass dieser Umstand der Torfbildung mehr hinderlich sei, als dass er dieselbe befördern sollte. Durch Gährung bei freiem Zutritt des Lichtes und der Luft wird wirkliche Fäulniss, Verwesung aller weichen Theile, ja selbst der Pflanzenfasern bewirkt, und es wird kein Torf, sondern Schlamm gebildet. Auf welche Weise sich aber bei diesem Processe, aus dem frei gewordenen Sauerstoffe Essig-, Phosphor- und Schwefelsäure bilden soll, ist mir ein unauflösliches Räthsel, und scheint mir reine Hypothese zu sein, um so mehr, als er selbst nicht die Weise, auf welche diese Bildung vor sich geht, angegeben hat. Die sehr grosse Menge von freien Säuren, die er im Torfe annimmt, trifft man durchaus nicht in demselben an; nur der Torfbrei röthet, und zwar nicht einmal immer, das Lackmuspapier, und von dem über zwei Stunden lang mit Torf gekochten destillirten Wasser, wird das Lackmuspapier gar nicht geröthet. Ein sicherer Beweis, dass ausser der freien Humussäure, die einmal wirklich getrocknet nur sehr schwer wieder im Wasser auflöslich ist, keine freie Säure im Torfe vorhanden ist.

Ferner schreibt Crome: » Wenn nachher die dichte
 » Moosdecke den Sumpf oder das Torfloch mit einem festen
 » Gewebe überzogen hat, so geht wahrscheinlich der Pro-
 » cess der Torfbildung auf eine etwas andere Art wei-
 » ter vor sich. Das Wasser, reichlich mit Extractivstoff ge-
 » schwängert, ist von allen Seiten eingeschlossen, und von
 » der atmosphärischen Luft abgeschnitten; hier scheint es

» zugleich wirklich zersetzt, seine Bestandtheile aber nicht
 » verflüchtigt, sondern fixirt zu haben. Durch die Sonnen-
 » wärme wird unter der Decke die Gährung sehr lebhaft, die
 » Wärme groß, wie man sieht, wenn man ein Loch durch
 » die Decke sticht, wo die Luftblasen herauf steigen, die
 » durch ihren widrigen Geruch sich als gekohltes, und ge-
 » phosphortes Wasserstoffgas verkündigen. Jedermann kennt
 » auch die Irrlichter, welche nichts anders sind, als jene
 » Gasarten, die sich in warmen Jahreszeiten entzünden.
 » Wenn aber der Wasserstoff nicht entweichen kann, scheint
 » er sich mit dem Kohlenstoffe theils zu dem brennbar-
 » sten Theile des Torfes, theils zum Erdharze, theils zum
 » empyreumatischen Oele zu verbinden. — Eben so bildet
 » der Sauerstoff eine desto größere Menge von Säuren,
 » die sich mit den vorhandenen Erden und Metallen ver-
 » binden.«

Dass ein Theil des nicht entweichenden Wasserstoffes
 sich mit dem Kohlenstoffe zu Erdharz und dem empyreu-
 matischen Oele, welches man bei der trockenen Destillation
 des Torfes erhält, verbinde, scheint mir nicht unwahrschein-
 lich zu sein, indessen zeigt sich das letztere auch bei der
 trockenen Destillation aller organischen, sowohl animalischen,
 als vegetabilischen Körper, und ist dem Torfe durch-
 aus nicht allein eigen. Dass der Sauerstoff des zersetzten
 Wassers aber außer der Kohlensäure andere Säuren, die
 sich mit Erden und Metallen verbinden, erzeuge, bezwei-
 fele ich sehr. Die Phosphorsäure, die sich mit Humus-
 säure und Eisenoxyd-Oxydul, nach meinen Analysen ¹⁾,
 zu Raseneisenstein und Blau-Eisenerde verbindet, hat ihren
 Ursprung von denen im Torfe befindlichen Gewächsen, so
 wie die Salzsäure und Schwefelsäure, wenn sie zufällig
 sich im Torfe mit Basen verbunden befinden, von dem in

1) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre 1827. 12ter
 Band Seite 415 — 423.

dem Torfe öfter befindlichen Küchensalze oder zersetzten Gipse und Schwefelkiese herrühren.

Eine weit richtigere Ansicht, als alle vorbenannte Schriftsteller, hat wohl unstreitig der verstorbene Einhof von der Torfbildung gehabt, obgleich er die Existenz der Humussäure und deren Eigenschaften, so nahe er auch dabei gewesen ist sie zu erkennen, nicht gekannt hat. Er sagt nämlich ¹⁾: »Die in niedrigen, wasserreichen Gegenden sich anhäufenden Gewächse, vorzüglich aus der Classe der Cryptogamen, sterben ab, und gehen endlich in Verwesung über. Mangel an freierem Zutritt der Luft, ein hoher Grad von Feuchtigkeit, und die durch diese Feuchtigkeit herorgebrachte niedere Temperatur, leiten die Verwesung auf eine besondere Art ein, und unterhalten dieselbe. Es erzeugen sich in der ersten Periode der Verwesung Materien, welche die fernere Verwesung aufhalten, und das Entstehen besonderer Producte verursachen. Es bildet sich zuerst eine Säure, und diese schützt die vegetabilische Masse vor der schnellen Zerstörung, und bewirkt, verbunden mit den übrigen bei der Verwesung Statt findenden Umständen, dass durch eine allmälige Ausscheidung des Wasserstoffes mit einem geringen Theile Kohlenstoff, die vegetabilische Masse immer mehr dem verkohlten Zustande nahe gebracht wird; sie verursacht zuweilen eine besondere Verbindung des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Sauerstoffes, und aus der Vereinigung dieser Grundstoffe entsteht ein dem Erdharze ähnlicher Körper. Je mehr sich die Torfmaterie dem verkohlten Zustande nähert, desto mehr trotzt sie der Verwesung, und sie scheint endlich derselben gar nicht mehr unterworfen zu sein, so dass sie Jahrhunderte, ohne

1) Einhof und Thaer, Analysen zweier Torfarten. Gehlens Journal für Chemie. 3ten Bandes 4tes Heft. 1804. Seite 402. und Hermbstädt's Agriculturchemie. 1sten Bandes 2tes Heft.

»sich merklich zu verändern, auf ihrer Lagerstätte ruhen
»kann.«

Nach dieser trefflichen Darstellung folgt die Analyse zweier Torfarten, bei welchen er dem Torfbrei kohlensaures Natrum im Ueberfluss zugesetzt, und dann bemerkt hat, dass die ganze Masse aufgeschwollen ist, und es geschienen habe, als wenn sich die ganze Torfmasse in der Flüssigkeit aufgelöst habe. Es wären nur wenig braune Fasern zurückgeblieben, und die von dem Brei mühsam erhaltene Flüssigkeit von dunkelschwarzer Farbe habe er nun mit destillirtem Essig versetzt, wodurch die Torfmasse (die Humussäure) abgeschieden sei. Diese hat er nun aber, leider! noch weniger als Achard auf ihre Eigenschaften untersucht, und nur mit der darüber stehenden Flüssigkeit, in welcher kaum etwas Humussäure aufgelöst gewesen sein kann, experimentirt, und darin, außer einigen auf die Anwesenheit einer geringen Menge von Humussäure deutenden Niedersehlagen, Phosphorsäure darin gefunden.

Auf Harz und Wachs hat er den Torf nicht untersucht, wohl aber auf Erdharz, welches er unbegreiflicher Weise nicht darin gefunden hat, da sowohl der Herr Dr. Sprengel als ich noch in jeder der von uns analysirten zahlreichen Torfarten, den weißen Moostorf ausgenommen, Erdharz, Wachs und Harz gefunden haben ¹⁾. Uebrigens ist er nicht geneigt anzunehmen, dass die Säure in jeden Torfarten stets Phosphorsäure sei, und dass überhaupt jede durch die Verwesung erzeugte Säure sich als Phosphorsäure verhalte, und meint, es würde vielleicht unter gewissen Umständen Phosphorsäure, unter anderen Umständen aber eine andere, von jener verschiedene Säure erzeugt.

1) Höchst wahrscheinlich ist das zu dem Versuche angewendete Steinöl nicht rein, sondern, wie sehr gewöhnlich, stark mit Terpentinöl verfälscht gewesen.

Nach einer späteren Notiz ¹⁾, untersuchte er eine sich der Nähe von Celle befindende saure Wiesenerde, worin er eine beträchtliche Menge von Essigsäure gefunden haben will, sagt aber selbst, er habe: »aus den Erscheinungen, welche sich bei der Untersuchung gezeigt hätten, eine ganz andere, bis jetzt noch unbekannte Säure, vermuthet. Die Erde röthete feucht das Lackmuspapier stark, lösete sich zum Theil in Kalien auf, theilte aber dem Wasser, mit dem sie gekocht wurde, nur höchst wenig mit. Aus der Auflösung in Kali wurde sie wieder durch Salzsäure gefällt, und zeigte, nachdem sie vorsichtig abgewaschen worden war, alle Eigenschaften einer Säure. Man konnte sie wiederholt in Kalien auflösen, und daraus füllen, ohne, dass sie ihre Eigenschaften einbüßte. Aus der Auflösung in Alkalien wurde sie durch Kalkwasser gefüllt, und die überstehende Flüssigkeit enthielt alsdann essigsaure (?) Kalkerde. Ein anderer Theil der Kalkerde hatte sich mit der niedergefallenen braunen Materie verbunden. Auch die erdigen und metallischen Mittelsalze konnte sie aus der alkalischen Auflösung gänzlich trennen u. s. w.« Doch wurde diese ganz besondere Säure noch für Essigsäure gehalten und angenommen. —

Herr Professor Pfaff ist der Meinung ²⁾, der Torf verdanke seinen Ursprung: »einer eigenthümlichen, durch Feuchtigkeit (und wohl vorzüglich auch durch den Gerbestoffgehalt des Auslaugewassers der Heiden, die fast constante Begleiter der in den Niederungen sich bildenden Torfmoore sind) beschränkten und aufgehaltenen Verwesung, und respectiven Verkohlung verschiedener Sumpfpflanzen, besonders aus der Classe der Cryptogamen, deren organische Structur oft deutlich (besonders im jüngeren Torfe)

1) Gehlens allgemeines Journal der Chemie, *loc. citato.* S. 560.

2) Pfaff, Handbuch der analytischen Chemie. 2ter Bd. Altona 1822. S. 173.

»zu erkennen ist.« Späterhin sagt er ¹⁾: »Merkwürdig, und wesentlich abweichend von dem der Steinkohlen, ist das Verhalten des Torfes gegen verschiedene chemische Wirkungsmittel, und führt auf den Begriff einer eigenthümlichen Torfsubstanz, gleichsam als eines besonderen näheren Princip. In ihrem unveränderten Zustande charakterisirt sich diese Torfsubstanz durch ihre Unverwesbarkeit, ihre Unauflöslichkeit im Wasser, ihre leichte und vollkommene Auflöslichkeit, nicht bloß im ätzenden, sondern auch im kohlensäuerlichen Kali, die geringe Einwirkung, selbst einer Salpetersäure von 30°, auf den Torf. Nach Einhofs Versuchen hängt dem Torfe eine Säure hartnäckig an, die das Lackmuspapier, das mit dem Torfe in Berührung gebracht wird, stark röthet, durch Wasser aber demselben entzogen werden kann, und sich als Phosphorsäure zu erkennen gab u. s. w.«

Es ist recht sehr zu bedauern, dass dieser berühmte Analytiker, der, wie er *l. c.* S. 176 erwähnt, mehrere Torfarten, oder vielmehr deren Asche, zerlegt hat, sich in Hinsicht der vollkommenen Zerlegung des Torfes bloß auf die früheren Analysen anderer schon genannten Schriftsteller, besonders auf die von Thaer und Einhof beruft, und nicht selbst die Natur dieser problematischen Säure untersucht hat, da er denn ganz gewiss gefunden haben würde, dass die dem Torfe so hartnäckig anhängende Säure nicht Phosphorsäure, sondern Humussäure sei, denn Torf kann niemals freie Phosphorsäure, noch freie Essigsäure enthalten, da stets freie Eisen- und Manganoxyde, als Staub aus der Atmosphäre niedergefallen oder aus der Umgebung durch Regen in das Moor geschwemmt, in dem Torfe gefunden werden. Phosphorsaures Eisenoxyd-Oxydul findet sich aber sehr oft in dem Torfe, nämlich als erdiges Eisenblau (natürliches Berlinerblau), und mit Manganoxyd als Limonit (Sumpferz, Raseneisenstein). Ueber-

1) *Loc. citato.* S. 175.

haupt scheint der Umstand, dass der Torf in Wasser und Säuren fast ganz unlöslich ist, die meisten Analytiker dazu bewogen haben, denselben nur auf trockenem Wege zu zerlegen, da sie denn nur seine verbrennlichen Bestandtheile in Gestalt verschiedener Gase, brenzliches Oel und die erdigen und metallischen Bestandtheile der Asche erhalten konnten, die doch eigentlich keinen Aufschluss über das Wesen des Torfes geben.

Auf gleiche Weise hat auch der Herr Professor Pogendorf ¹⁾ bei seiner mühsamen Zerlegung der verschiedenen Torfschichten des Moores bei Linum, ohnweit Potsdam, nur brennbare Theile, Wasser und erdige Theile der Asche, mit Schwefel-Salz und Phosphorsäure verbunden, in diesen Torfarten gefunden, weil die Humussäure, das Harz und Wachs, wahrscheinlich auch Erdharz, verbrannt worden sind.

Die Resultate der oben erwähnten Versuche Einhofs, und meine Erfahrung, dass mein für Gewächse bestimmter Kompost, ohne Zusatz von Kalk oder Asche beständig sauer reagirte, und das Lackmuspapier stark röthete, erregten in mir das sehnliche Verlangen, jene problematische Säure und deren Eigenschaften näher kennen zu lernen. Zu diesem Endzwecke zerlegte ich in dem Winter von 1820 bis 1821, blofs qualitativ, acht verschiedene Arten von Torf, aus Hochmooren und Wiesenmooren, die hier gebrannt werden, zuerst mit kohlensäuerlichen, dann später mit Aetzkali, wodurch sich eine Art desselben, aus einem benachbarten Hochmoore, fast ganz auflösete. Aus allen Auflösungen erhielt ich durch Fällung mit Salzsäure, die von Einhof beschriebene schwarzbraune Substanz (Torfsubstanz). Diese untersuchte ich nun genauer als meine sämtlichen Vorgänger nach ihrem Verhalten mit mehreren chemischen Wirkungsmitteln, und glaubte aus allen Erscheinungen, die sich mir bei Anwendung derselben dar-

1) Karstens Archiv für Bergbau. V. 1822. S. 271.

boten, schliessen zu müssen, dass diese Substanz mit dem von Klaproth und Braconnet beschriebenen Ulmin identisch sei. Auch durch ähnliche Behandlung meines Kompostes, und die einer sauren, von einer mit *Juncus conglomeratus* bedeckten Wiese genommenen Erde, mit Aetzkali, erhielt ich ein ganz gleiches Resultat, und zweifelte nun nicht mehr, dass diese Substanz das Wesen des Torfes, in Verbindung mit Kohle, Faser und Erden, ausmache und durch Zersetzung der Vegetabilien entstehe. Aber misstrauisch auf die Ergebnisse meiner Versuche, und befürchtend, mit meiner angeblichen Entdeckung verhöhnt zu werden, da berühmte Analytiker diesen Stoff nicht aufgefunden hatten, verschwieg ich meine Beobachtungen, und gab nur einer gelehrten Gesellschaft ¹⁾, deren Mitglied zu sein ich die Ehre habe, einen Wink davon. Im Jahre 1822 hatte ich die Freude, zuerst vermittelt des Buchnerschen Repertoriums, dann auch durch die mir verschaffte, oben erwähnte Preisschrift des Herrn Bergsma selbst, die Richtigkeit meiner Beobachtungen dadurch, dass auch Hr. Bergsma in dem Torfe Ulmin, Wachs und Harz gefunden hatte, bestätigt zu sehen.

Endlich erschien im Jahre 1826 in dem 2ten Hefte des 8ten Bandes des Archives für die gesammte Naturlehre von Kastner, die höchst wichtige Abhandlung des Herrn Dr. Carl Sprengel: Ueber Humus, Humussäure und humus-saure Salze, die allen meinen Vermuthungen Gewissheit gab, mich zu wiederholten quantitativen Zerlegungen mehrerer Torfarten, seinen Vorschriften gemäß, mit Aetzammoniak, und zur Verfertigung eines künstlichen Torfes veranlasste, wodurch ich in den Stand gesetzt zu sein glaubte, es wagen zu dürfen, die Fragen der Akademie mit einiger Sicherheit beantworten zu können.

1) (Der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg.)

Die Veränderungen, welche die Pflanzen bei ihrem Uebergange in Torf erleiden, sind, wie ich glaube, mit ziemlicher Gewissheit anzugeben, aber schwerlich mögte die genaue Analyse, sowohl der Pflanzen, aus welchen Torf entsteht, als auch die des Torfes selbst, uns in den Stand setzen, daraus die Entstehung des Torfes genau bestimmen zu können, indem die mit der größten Genauigkeit angestellten Analysen beider Körper doch immer, wie ich zeigen werde, höchst unsicher sind.

Jeder Jahresstich, ja fast jede nur einige Zolle dicke Schicht eines und desselben Torfmoores, liefert Torf von verschiedenen chemischen Bestandtheilen, äufseren Kennzeichen und Eigenschaften, und in einem und demselben Torfmoore kommen oft verschiedene Schichten von Torf vor, die sich in jeder Hinsicht so sehr unterscheiden, dass man ihnen sowohl im gemeinen Leben, als selbst in der Mineralogie, verschiedene Namen, die ihre äufseren Eigenthümlichkeiten und oft auch ihre Bestandtheile bezeichnen, beigelegt hat, deren Voigt¹⁾ allein 28 in seiner Schrift aufgeführt hat, und bei dieser Gelegenheit sagt: »Es giebt eine
»so unendliche Menge von Nüancen zwischen mehr oder
»weniger mineralisirt, dass, wer diese alle aufzählen wollte,
»etwas so Unnützes beginnen würde, wie Einer, der in den
»Morgenstunden die Zunahme des Lichtes, oder gegen
»Abend den Uebergang aus Tag in Nacht gradweise be-
»stimmen wollte²⁾.«

Gewiss kann man über hundert Arten von Torf analysiren, ohne dass eine einzige Analyse derselben mit der andern genau übereinstimmte. Hat doch der Herr Professor Lampadius allein aus mehreren erzgebirgischen Forstrevieren 21 Arten von Torf im Jahre 1826 in Hinsicht auf ihre Heizungskraft analysirt, und jede Art im Verhältnisse

1) Voigt, Versuch einer Geschichte der Steinkohlen, Braunkohlen und des Torfes. Weimar 1802. S. 225.

2) *Loco citato* p. 226.

der gelieferten Kohle und Asche, so wie der Bestandtheile der letzteren, verschieden gefunden ¹⁾).

Am schwierigsten ist es aber wohl zu bestimmen, aus welchen Pflanzen Torf erzeugt wird, da jede vollkommene Gefäßpflanze, die zur Erzeugung von Humussäure und kohlenartigen Humus (Humuskohle), oder die zur Umwandlung in Torf erforderlichen Stoffe mehr oder minder enthält, und aus jeder Gefäßpflanze und deren Theilen, ja aus Laubmoosen und Flechten, die sich freilich für sich allein, am wenigsten dazu eignen, Torf von verschiedener Güte dargestellt werden kann. So habe ich ja schon im Jahre 1828 aus Kohl, Gräsern, *Senevio vulgaris*, *Alsine media* und anderen Gartenunkräutern, mit Laub vermischt, einen künstlichen Torf verfertiget, der sich ganz wie leichten Rasentorf verhielt, durch Zusatz der mineralischen Bestandtheile aber dem bei Braunschweig gestochenen Baggertorfe völlig ähnlich wurde ²⁾).

Unstreitig liefern viel Wachsharz führende Pflanzen, Sträucher und Bäume, als Heidearten, vorzüglich die *Erica Tetralix*, die *Vaccinia*, *Andromeda polifolia*, *Myrica Gale*, *Tormentilla*, *Empetrum nigrum*, Erlen- und Birkenlaub, so wie Kiefer-, Wachholder- und Tannennadeln, wenn sie in Torf übergegangen sind, einen als Brennmaterial besseren Torf, als andere minder harzführende Gewächse. Es giebt aber auch manche Gegenden, wie zum Beispiel die um Braunschweig, Bortfeld und Vechelde u. s. w. mehr, wo in der Nähe der Torfinoore gar keine der genannten harzführenden Gewächse vorkommen, und doch sehr guter brennbarer Torf gestochen und gebaggert wird, und eben diese, so wie andere örtliche Umstände, bedingen die, so

1) Erdmann's Journal für technische und ökonomische Chemie. 1ster Bd. S. 250 bis 270.

2) Kastner's Archiv für gesammte Naturlehre. 16ter Bd. S. 187, und 19ter Bd. S. 281.

sehr in jeder Hinsicht unter sich verschiedenen Arten des Torfes.

In dem 6ten Hefte der Isis von Oken vom Jahre 1832 fand ich neulich einen aus: *The Edinburgh Philosophical Journal* entnommenen Aufsatz des berühmten Geognosten Mac-Culloch, über die verschiedenen vegetabilischen Bestandtheile mehrerer Torfarten Schottlands, der diese Bemerkung vollkommen bestätigt. Der Verfasser sagt nämlich:

Den Bergtorf Schottlands bilden: »*Ericae*, *Myrica*, »*Gale*, *Vaccinium* *Vitis* *Ideca*, *Empetrum* *nigrum*, *Tormen-* »*tilla*, *Nardus* *stricta*, *Arbutus* *Uvaursi*, *Scirpi*, *Junci*, »*Airae*, *Carices*, *Agrostis*, *Polytrichum*, *Lycepodium* und »*Lichen* *rangiferinus*.«

Den Seetorf bilden: »*Cullitriche*, *Hippuris*, *Myrio-* »*phylla*, *Ceratophylla*, *Potamogetones*, *Lemnae*, *Chorae* und »*Confervae*.« (Diese nämlichen Pflanzen wachsen auch in den stehenden Gewässern des Torfmoores meiner Gegend.)

Den Marschtorf (Wiesentorf) bilden: »*Ericae*, *My-* »*rica*, *Vaccinium* *Oxycoccus*, *Orchides*, *Caltha*, *Hydroco-* »*style*, *Equisetum*, *Lysimachia*, *Droserae*, *Menyanthes*, *Ra-* »*nunculi*, *Comarum*, *Pedicularis*, *Eriophora*, *Scirpi*, *Schoeni*, »*Junci*, *Airae*, *Festuca* und *Sphagna*.« (Pflanzen, welche, die *Ericae* und *Myrica* ausgenommen, um das Torfmoor hiesiger Gegend wachsen.)

Den Meertorf bilden: »*Glaux*, *Salicornia*, Gräser, »Riedgräser, Binsen, und besonders *Zostera marina*.«

Den Waldtorf aber: »Eichen-, Fichten-, Erlen-, »Birken-, Weiden- und Eschenlaub und Gräser.«

An dem hiesigen Moore wachsen, wie schon oben erwähnt, die von Mac-Culloch als den Schottländischen Marschtorf und Seetorf constituirend angegebenen Pflanzen, und aufer diesen noch: *Varonica*, *Beccabunga*, *Anagallis* *scotellata*, *Lycopus* *europaeus*, *Iris* *Pseudo-Aco-* »*rus*, *Eriophorum* *vaginatum*, *Galium* *uliginosum*, *palustre*, »*Hottonia* *palustris*, *Menyanthes* *trifoliata*, *Viola* *palustris*,

Oenanthe fistulosa, *Phellandrium aquaticum*, *Parnassia palustris*, *Acorus Calamus*, *Rumex crispus*, *aquaticus*, *Acetosa*, *Alisma Plantago*, *Epilobium palustre*, *pubescens*, *Lychnis Flos Cuculi*, *Lythrum Salicaria*, *Mentha aquatica*, *Stachys palustris*, *Scutellaria galericulata*, *Scrophularia aquatica*, *Cardamine protensis*, *Sisymbrium Nasturtium*, *Cochlearia Armoracia*, *Genista angelica*, *Lotus corniculatus aliginosus*, *Carduus palustris*, *crispus*, *Cnicus oleraceus*, *Cineraria palustris*, und ausser anderen Gräsern *Carex cespitosa*, *vulpina*, *acuta*, *paludosa*, *vesicaria* etc.

Ein grosser Theil dieser Pflanzen besitzt Harzgänge, und führt eigenthümliche harzige Säfte, ein anderer grosser Theil derselben, namentlich die Gräser, und die wirklichen Wasserpflanzen nicht; alle aber enthalten in dem Zellgewebe, unter ihrer Oberhaut, Chlorophyll (Wachsharz, Grünharz), welches sich durch Weingeist ausziehen lässt, und, gleich dem gewöhnlichen Harze und Wachse, besonders aus Kohlenstoff und Wasserstoff, vielleicht durch einen verschiedenen Gehalt von Sauerstoff modificirt, besteht, und alle sind, wie oben gesagt, gewiss zur Erzeugung der Humussäure und der Humuskohle, also zur Erzeugung des Torfes geeignet.

In demselben Verhältnisse aber, in welchem es nach dem oben Gesagten schwierig ist, die Pflanzen, aus welchen der Torf entstehet, mit völliger Sicherheit angeben zu können, ist es auch schwierig, durch eine genaue Analyse der Pflanzen, von denen man mit ziemlicher Gewissheit annehmen kann, dass sie den Torf constituiren, zu bestimmen, welche Theile oder Bestandtheile derselben bei der Bildung des Torfes wirken.

Abgesehen davon, dass, wie ich später zeigen werde, einzelne Bestandtheile der Gewächse keinen entscheidend grossen Einfluss auf die Bildung des Torfes haben, glaube ich auch, dass alle Pflanzenanalysen, wie überhaupt alle mit organischen Körpern angestellten Analysen, nicht unter allen Umständen als genau angesehen werden können.

Boden, Standort, besonders aber der Grad der Entwicklung der Gewächse, haben ausgezeichneten Einfluss auf die Bestandtheile, und also auch auf die Resultate der Analyse derselben. Verschiedene Theile der Pflanzen, z. B. der absteigende und aufsteigende Stock derselben, enthalten auch in Hinsicht auf die Torfbildung, ganz verschiedene Bestandtheile. So eignen sich die Blätter des *Acorus Calamus*, so wie die der *Iris Pseudo-Acorus*, zur Torferzeugung sehr, dagegen deren Wurzeln wegen ihres großen Gehaltes an Amylum, und weil sie viel Kali, welches später in humussaures Kali verwandelt, vom Wasser fortgeführt wird, enthalten, sich nicht dazu eignen. Die Wurzel mancher, im aufsteigenden Stocke harzführender Pflanzen, besitzt gar keine Harzgänge, und umgekehrt, ist die Wurzel mancher Pflanzen nur allein harzführend. Dann ist aber besonders nicht zu übersehen, dass die chemischen Bestandtheile der Pflanzen sich in den verschiedenen Perioden ihres Wachstums, nicht allein in Quantität, sondern auch vorzüglich in der Qualität, bedeutend verändern, dass Bestandtheile, welche in der jungen Pflanze zugegen waren, in der vollkommen entwickelten und reifenden nicht mehr, oder vollkommen umgeändert gefunden worden; dass z. B. Gerbestoff, Bitterstoff, Kali, Alkaloide, Harz u. s. w., die in der jungen Pflanze noch nicht zugegen waren, in der erwachsenen auftreten, dass das in der jungen Pflanze enthaltene Amylum zu Zucker, Gummi, Schleim und eigenthümlichen Säften umgewandelt wird, und sich später im Saamen wieder zu Amylum und Eiweis umwandelt, weshalb ich auch bei meinen Analysen die Jahreszeit, in welcher die dazu verwandten Pflanzen gesammelt worden sind, bemerkt habe. Allerdings ist es aber, nach Sprengels scharfsinnigen Bemerkungen, wohl außer Zweifel, dass diejenigen Pflanzen, welche, wie die Gräser und Binsen, beim Verbrennen wenig Kali, Talk- und Kalkerde zurücklassen, mehr und schneller Torf liefern, als diejenigen, welche, wie die Leguminosen, viel Kali, Na-

trum, Talk- und Kalkerde enthalten, indem diese Basen mit der Humussäure, die nur eine geringe Sättigungs-Capacität besitzt, viele auflösliche humussaure Salze liefern, welche alsdann, da sie leicht auflöslich sind, mit dem Wasser fortgeführt werden. Aber auch die viel Stickstoff enthaltenden Pflanzen liefern wenig Torf, weil sich bei diesen aus der Verwesung derselben sehr leicht in Wasser lösliches humussaures Ammoniak bildet. Dagegen erzeugen *Scirpi*, *Carices*, *Eriophora*, *Typhae*, *Arundo*, so wie andere Gräser und Moose, da diese als feuerfeste Bestandtheile größtentheils Kieselerde enthalten, welche letztere mit der Humussäure keine Verbindung eingehet, sehr schnell und vielen Torf, wozu der starke Fasergehalt der Gräser nicht wenig beiträgt.

Ich habe also deswegen, und dem Wunsche der Akademie zu genügen, einige der Pflanzen, aus welchen gewiss Torf entstehet, nämlich *Sphagnum palustre*, *Eriophorum vaginatum*, und *Carex cespitosa*, welche auf dem hiesigen Torfmoore am häufigsten wächst, und sichtlich mit dem *Eriophorum* zur Bildung des hiesigen Torfes beiträgt, auch wie De Luc ¹⁾ meldet, von dem berühmten Oeder als das Gras, welches im Vereine mit *Eriophorum* und *Sphagnum* den Torf constituiren, bezeichnet worden ist, genau analysirt, und die ganz auf dieselbe Weise und eben so genau gemachte Analyse eines schätzbaren und als sehr genauen Analytiker bekannten Freundes von der *Erica vulgaris* mit dessen Genehmigung benutzt.

Die *Eriophora* liefern besonders deshalb viel Torf, weil sie, wie die Analyse von *Eriophorum vaginatum* zeigt, verhältnissmässig wenig Basen in ihrer Asche enthalten. Dazu kommt noch, dass sie, wie alle *Gramineae*, sehr viel Pflanzenfaser enthalten, woraus die Humuskohle entstehet. Gleiche Bewandniss hat es mit der Heide (*Erica vulgaris*

1) De Luc, physikalische und moralische Briefe. 2ter Band S. 335.

und *Tetralix*), welche verhältnissmässig eben so wenig Basen, dagegen weit mehr Kieselerde, Harz und Wachs enthält, und in Verbindung mit Gräsern und Moosen, die Decke der Hochmoore grösstentheils constituirt. *Sphagnum palustre* steht besonders in dem Rufe, zur Bildung des Torfes viel beizutragen, obgleich der blofs aus demselben erzeugte Torf fast ganz ohne Humussäure ist, und sehr schlecht brennt, indessen habe ich auch dieses der erwähnten Ursache halber genau analysirt, und füge diese Analyse bei.

Analyse der *Carex cespitosa* L.

A.

Hundert Gewichtstheile der im September gesammelten lufttrockenen Blätter und Stengel dieses Riedgrases, wurden zerkleinert mit kochendem destillirtem Wasser übergossen, 24 Stunden lang warm digerirt, durch ein leinenes Tuch geseiht, ausgedrückt, und die Flüssigkeit filtrirt. Als Rückstand blieben wohl getrocknet 76 Gewichtstheile, es waren also an im Wasser löslichen Bestandtheilen 24 Gewichtstheile ausgezogen worden. Aus dem Umstande, dass die filtrirte Flüssigkeit fast augenblicklich eine bräunliche Farbe annahm, auch schwach sauer reagirte, war auf eine erfolgte Bildung von Humussäure zu schliessen.

B.

Nachdem sich aus dieser Flüssigkeit in der Zeit von 36 Stunden eine ziemlich bedeutende Menge eines bräunlichen gallertartigen Körpers niedergeschlagen hatte, wurde dieselbe davon behutsam abgegossen, und bei gelinder Wärme bis zu $\frac{2}{3}$ ihres Volumen verdunstet, dann aber wieder auf freie Säure durch Lackmuspapier geprüft, welches dadurch mehr, als es sonst bei der Humussäure der Fall ist, geröthet wurde; wie ich später bemerkte, rührte dieses von vorhandener Gerbesäure her. Am Boden des Cylinders sonderte sich beim Erkalten abermals eine ziemlich bedeutende Menge jenes gallertartigen Körpers ab,

weshalb ich nach 12 Stunden die klare Flüssigkeit behutsam abgoss, den gallertartigen Rückstand in vielem Wasser auflösete, mit dem früher abgeschiedenen vermischte, und beide Niederschläge durch Schütteln mit mehrerem Wasser gänzlich auflösete. Nun setzte ich dieser Auflösung verdünnte Salzsäure zu, und erwärmte sie etwas, wodurch die Gallerte mit der wenigen, sich gebildeten Humussäure in Flocken niederfiel. Das Ganze goss ich auf ein Filtrum, und erhielt so, mit wenig Humussäure vermischte Gallertsäure.

C.

Die klare Flüssigkeit theilte ich in sechs Theile, und untersuchte dieselbe auf folgende Weise auf ihren Gehalt:

- a) einem Theile wurde Salzsäure zugesetzt, wodurch sehr wenig Eiweisstoff und noch etwas Gallertsäure ausgeschieden wurden;
- b) einem andern Theile eine dünne Auflösung von Thierleim, wodurch starke Trübung, vom Gerbestoff herührend, bewirkt wurde;
- c) dem dritten Theile eine Auflösung von schwefelsaurem Eisen, wodurch zuerst ein grüner, dann aber ein braun werdender Niederschlag aus Gerbestoff und humussaurem Eisenoxyd bestehend, bewirkt wurde;
- d) dem vierten Theile eine Auflösung von salzsaurer Kalkerde, wodurch keine Trübung entstand, also die Abwesenheit von Kleesäure erwiesen wurde;
- e) dem fünften Theile wasserfreier Alkohol, wodurch keine Trübung entstand, endlich wurde
- f) der sechste Theil gelinde verdunstet, dann verkohlt, die Kohle fein zerrieben, mit kochendem Wasser digerirt, das Filtrat mit Salpetersäure angesäuert, und dann in drei Theile getheilt und untersucht:
 - α . gab mit salpetersaurem Silber einen weissen Niederschlag,
 - β . mit salzsaurer Baryt gleichfalls einen weissen Niederschlag.

γ. wurde mit salzsaurem Platin versetzt, in einem Uhr-
glase gelinde abgedampft, und in wenig Wasser wie-
der aufgelöset, aber dadurch keine Spur von Kali
entdeckt.

D.

Hundert Gewichtstheile der lufttrockenen und fein
zertheilten Blätter und Stengel der *Carex cespitosa* wur-
den zuerst mit Alkohol von 80 Grad 24 Stunden lang warm
digerirt, die ganz dunkelgrün gefärbte Flüssigkeit abgegos-
sen, der Rückstand wieder mit einer gleichen Menge was-
serfreien Alkohols übergossen, 36 Stunden lang warm di-
gerirt, bis zum Kochen erhitzt, und dann die eben so dun-
kelgrün gefärbte Flüssigkeit, mit der ersten gemischt und
wieder erhitzt, schnell heiß filtrirt. Beim gänzlichen Er-
kalten schieden sich 0,43 Gewichtstheile des in der Sied-
hitze aufgelöseten Wachses aus, und wurden durch ein Fil-
ter von der Flüssigkeit getrennt.

E.

Die von dem Wachse getrennte, völlig erkaltete Flüs-
sigkeit, wurde nun in gelinder Wärme bis zur Syrupskon-
sistenz eingedampft, darauf mit Wasser ausgewaschen, und
auf ein tarirtes Filter gebracht, wodurch 3,12 Gewichts-
theile Harz und Chlorophyll erhalten wurden.

F.

Die fast farblose zurück gebliebene Faser wurde hier-
auf 24 Stunden lang mit kochenden destillirten Wasser
warm digerirt, durchgeseiht, filtrirt, und die weingelb ge-
färbte Flüssigkeit bis zum Kochen erhitzt, wodurch sich
etwas Eiweißstoff abschied. Der von dem wenigen Eiweiß-
stoffe durch ein Filter getrennten Flüssigkeit wurde nun
etwas Salzsäure zugesetzt, und sie noch einmal damit er-
wärmt, wodurch sie etwas gefärbt wurde, und einige Flok-
ken fallen liefs; das Gewicht dieses auf Einem Filter ver-
einten Niederschlages, war aber so unbedeutend, dass das-
selbe nicht in Rechnung zu bringen ist.

G.

Die von dem vorigen Versuche zurückgebliebene Faser wurde nun mit einer Auflösung von kohlensaurem Natrum 12 Stunden lang warm digerirt, durchgeseiht und filtrirt. Der filtrirten weingelben Flüssigkeit wurde nun Salzsäure bis zum Uebermaasse zugesetzt, wodurch sich bräunliche, durchsichtige Flocken von Gallertsäure, nebst etwas Eiweiß abschieden.

H.

Die von dem vorigen Versuche zurückgebliebene Faser wurde hierauf mit verdünnter Salzsäure 12 Stunden lang warm digerirt, durchgeseiht, filtrirt, und das Filtrat derselben auf Erden und Oxyde auf folgende Weise untersucht:

- a) wurde demselben so lange eine Auflösung von kohlensaurem Natrum in kleinen Mengen zugesetzt, bis die Flüssigkeit vollkommen neutral reagirte, es entstand dadurch nicht die geringste Trübung, also war weder Eisenoxyd noch Alaunerde vorhanden;
- b) wurde demselben eine Auflösung von kleesaurem Kali zugesetzt, wodurch ein Niederschlag entstand, der 1,200 Gewichtstheile Kalkerde enthielt;
- c) wurde der Hälfte der Flüssigkeit Aetzammoniak und phosphorsaures Natrum zugesetzt, wornach sogleich ein starker weißer Niederschlag entstand, der hiernach berechnete Talkerdengehalt betrug 0,510 Gewichtstheile;
- d) die andere Hälfte der Flüssigkeit wurde mit Talkerdelösung und Ammoniak versetzt, und aus dem Niederschlage der Gehalt an Phosphorsäure in der ganzen Flüssigkeit berechnet, er betrug 0,360 Gewichtstheile.

I.

Die von dem vorigen Versuche übrig gebliebene, mit Wasser, Weingeist, kohlensaurem Natrum und Salzsäure behandelte Faser, wurde nun gänzlich ausgesüßt und getrocknet. Sie wog scharf getrocknet 44 Gewichtstheile.

Die auf nassem Wege zur Analyse verwandte *Carex cespitosa* enthielt also im Hundert:

1) An in Wasser und kohlensaurem Natrum löslichen Bestandtheilen:

nach A. und G. Gallertsäure, Schleim

u. s. w.

— C. a. und F. sehr wenig Eiweißstoff

— C. b. viel Gerbestoff (von welchem die saure Reaction auf dem Lackmuspapier herrührte)

— C. c. einige salz- und schwefelsaure Salze

50,380 Gewichtstheile.

2) An in Weingeist löslichen Bestandtheilen:

nach D. Wachs 0,43 Gewichtstheile;

— E. Harz und Chlorophyll 3,12 Gewichtstheile;

3) An in Säuren löslichen Bestandtheilen:

nach H. Kalkerde 1,200 Gewichtstheile;

Talkerde 0,510

Phosphorsäure 0,360

4) Nach I. Faser 44,000

100,000 Gewichtstheile.

Analyse der *Carex cespitosa* auf trockenem Wege.

K.

Hundert Gewichtstheile der lufttrockenen *Carex cespitosa* wurden in einem bedeckten Porzellantiegel verkohlt. Diese Kohle wurde in einem offenen Platintiegel bei Rothglühhitze vollkommen eingeäschert, und lieferte 7,5 Gewichtstheile einer dunkelgrünen Asche.

L.

Diese 7,5 Gewichtstheile Asche wurden mit kochendem destillirten Wasser übergossen, unter öfterem Umrühren 12 Stunden lang warm digerirt, die Flüssigkeit filtrirt, etwas mit Salpetersäure angesäuert, und in 5 Theile getheilt, wovon

- a) mit salzsaurem Baryt vermischt, durch einen weißen Niederschlag getrübt wurde,
- b) durch Zusatz von salpetersaurem Silber sich ebenfalls trübte, bei
- c) aber durch Zusatz von salzsaurem Platin, Abdunstung u. s. w. kein gelber, körniger Niederschlag entstand,
- d) auch durch kleesaures Kali nicht getrübt wurde, und
- e) durch Zusatz von phosphorsaurem Natrum und Ammoniak keine Spur von Talkerde zeigte.

Da hiernach weder Kali, noch Kalk- und Talkerde gegenwärtig waren, so mussten die vorhandenen Schwefel- und Salzsäuren an Natrum gebunden sein.

M.

Der mit destillirtem Wasser gut ausgelaugte Aschen-Rückstand wurde hierauf mit verdünnter Salzsäure 12 Stunden lang warm digerirt, die Flüssigkeit abfiltrirt, die zurückbleibende Kieselerde gut ausgesüßt, das Spülwasser mit der salzsauren Auflösung vereinigt, und die Kieselerde geglühet, sie betrug 3,555 Gewichtstheile.

Der Säureauszug enthielt nach genauer Ausmittlung seiner Bestandtheile:

Manganoxyd	0,315	Gewichtsth.
Eisenoxyd	0,230	—
Kalkerde	0,748	—
Talkerde	0,214	—
Alaunerde	0,032	—
Phosphorsäure	0,525	—
	//	2,064 Gewichtsth.
An schwefel- u. salzsaurem Natrum (im Wasserauszuge)	1,057	—
	//	3,121 Gewichtsth.
Dazu die Kieselerde	3,555	—
	//	6,676 Gewichtsth.
Verlust (in Kohlensäure bestehend)	0,824	—
Summa	7,500	Gewichtsth.

Analyse des *Eriophorum vaginatum* L.

A. Auf seine in Wasser, Kali und Weingeist löslichen Bestandtheile.

10,0 Grammen luftrockener, im April gesammelter Blätter und Stengel von *Eriophorum vaginatum* L., wurden fein zerkleinert in einer Extractionsmaschine mit Wasser von 20 bis 30° R. übergossen. Nachdem dieses sechs Stunden und darüber gestanden hatte, wurde die Flüssigkeit abgelassen. Der Auszug war braun gefärbt, und reagirte schwach sauer. Die Operation wurde auf dieselbe Weise noch zweimal wiederholt, die warmen Wasser-Auszüge zusammen gegossen, und zum Sieden erhitzt, um das aufgelöste Pflanzeneiweiß zum Gerinnen zu bringen. Dieses durch ein Filtrum abgeschieden, wog im lufttrockenen Zustande, 0,030 Gr.

Dem Behandeln mit warmem Wasser folgte ein dreimaliges Ausziehen mit kochendem Wasser. Der vom Eiweiß befreiete Auszug des warmen Wassers wurde nun mit dem des heißen Wassers vereinigt, und beide bei gelinder Wärme bis zur Syrupsconsistenz eingedampft. Der Rückstand wog 0,620 Gr., und wurde nun mit Weingeist übergossen, schwach erwärmt und filtrirt. Das Filtrat wurde hierauf in einem Uhrglase bis zur Entfernung des Alkohols abgedampft. Der erhaltene, etwas braun gefärbte Rückstand hatte einen sehr salzigen Geschmack, enthielt aber weder Zucker- noch Bitterstoff, sondern bestand aus einer eigenthümlichen Säure (Apfelsäure?), aus Pflanzenschleim und einigen Salzen. Das nach dem Behandeln mit Alkohol unlöslich gebliebene, wurde gelinde erwärmt, um den noch anhängenden Alkohol zu entfernen, dann mit wenig Wasser übergossen, erwärmt und filtrirt.

Ein Theil dieser wässerigen Auflösung mit Eisenvitriol versetzt, ließ ziemlich viel eisengrünenden Gerbestoff bemerken.

Eine Auflösung von Thierleim zu einem andern Theile

dieser Flüssigkeit gesetzt, zeigte keine Wirkung auf dieselbe.

Alkohol zu dem dritten Theile dieser Flüssigkeit gesetzt, schied viel Gummi aus.

Die Auszüge von warmem und kochendem Wasser bestanden folglich aus: Eiweiß, Gummi, eisengrünenden Gerbestoff, Schleim, einer Pflanzensäure und Salzen.

Die mit Wasser behandelten Pflanzentheile wurden gehörig getrocknet, ihr Gewicht betrug jetzt 9,350 Gr.

Von diesen wurden 5,0 Gr., mit verdünnter Kalilauge erhitzt, die Flüssigkeit abgegossen und filtrirt, der Rückstand aber gut ausgewaschen und getrocknet gewogen. Es blieben 2,541 Pflanzenfaser. Der Kaliauszug bestand größtentheils aus Gallertsäure und wenigem Pflanzeneiweiß.

2,0 Grammen der schon durch Wasser ausgezogenen Pflanzentheile wurden mit heißem Alkohol behandelt, um das Wachs, Harz und Chlorophyll daraus zu gewinnen.

Der Auszug von Alkohol lieferte, gelinde abgedampft an Wachs, Harz und Chlorophyll 0,030 Gr.

Hiernach bestehen 100,000 Gewichtstheile lufttrockenes *Eriophorum vaginatum* aus:

a) durch warmes und heißes Wasser ausziehbaren Theilen, Gummi, Schleim, Gerbestoff, Pflanzeneiweiß, einer eigenthümlichen Säure und Salzen	6,500	Gewichtsth.
b) durch Kalilauge ausgezogene Gallertsäure und Pflanzeneiweiß	44,000	—
c) Wachs, Harz u. Chlorophyll	1,400	—
d) Pflanzenfaser	47,600	—
Summa	100,000	Gewichtsth.

B. Auf seine feuerfesten Bestandtheile.

50,000 Gewichtstheile des lufttrockenen *Eriophorum* wurden zerkleinert zuerst in einem verdeckten Porzellantiegel verkohlt, dann im offenen Platintiegel zu Asche ver-

brannt. Die erhaltene Asche wurde mit kockendem Wasser übergossen, warm digerirt, und die Auflösung filtrirt, die stark alkalisch reagirte. Das Ausziehen der Asche mit Wasser wurde so lange fortgesetzt, bis etwas von dem Filtrate in einem Uhrglase abgedampft, durchaus keinen Rückstand hinterliefs. Die Flüssigkeit wurde alsdann mit Salpetersäure angesäuert, und bis zur Trockene abgedampft, um die vom Kali etwa aufgelöste Kieselerde abzuscheiden. Der trockene Rückstand wurde mit Wasser übergossen, mit etwas Salpetersäure versetzt, erwärmt, filtrirt, ausgewaschen, und das Gewicht der im Filter zurückgebliebenen Kieselerde, nachdem dieselbe scharf getrocknet worden war, bestimmt.

Die wässerige Auflösung wurde in vier gleiche Theile getheilt, und wie folget geprüft:

- a) durch Zusatz einer Auflösung von salpetersaurem Silber, um die Salzsäure zu bestimmen,
- b) durch Zusatz von salzsaurem Baryt, um die Schwefelsäure zu bestimmen,
- c) durch Zusatz von kleesaurem Kali, zur Bestimmung der Talkerde, nach deren Abscheidung basisch phosphorsaures Ammoniak zugesetzt wurde, um die etwa vorhandene Talkerde als Doppelsalz zu fällen.
- d) Der vierte Theil der Flüssigkeit diente endlich zur Bestimmung des Kali und Natrum.

Die Flüssigkeit wurde zu diesem Ende bis zur Trockene abgedampft, der Rückstand mit Schwefelsäure übergossen, und hierauf die überschüssig zugesetzte Schwefelsäure durch Abdampfen und Glühen entfernt. Der Rückstand wurde gewogen; in wenig Wasser aufgelöst, und mit Weinsäure im Ueberschuss versetzt. Aus der Menge des hiebei entstehenden Niederschlages wurde das Kali berechnet. Nach Bestimmung der Schwefelsäure, Kalk- und Talkerde, wurde das Fehlende am Gewichte als Natrum in Rechnung gebracht.

Die schon mit Wasser ausgezogene Asche wurde mit

Salzsäure übergossen, erwärmt, filtrirt, und ausgewaschen, der Rückstand getrocknet, geglühet, gewogen, und als Kieselerde berechnet.

Die salzsaure Flüssigkeit wurde zur Trockene abgedampft, hierauf mit Wasser und wenig Salzsäure übergossen, erwärmt, filtrirt und ausgewaschen, der im Filter gebliebene Rückstand wurde getrocknet, geglühet, gewogen, und ebenfalls als Kieselerde berechnet.

Die filtrirte Flüssigkeit wurde nun, um das vorhandene Eisen höher zu oxydiren, mit etwas Salpetersäure versetzt, gekocht, und hierauf in zwei gleiche Theile getheilt.

Aus einem Theile wurde das Eisenoxyd und die Alaunerde durch Zusatz von kohlensaurem Natrum bis zur völligen Neutralisation der Flüssigkeit gefällt. Diese blieb gut bedeckt 12 Stunden lang stehen, damit die etwa mit niedergefallene Kalkerde sich in der freien Kohlensäure wieder auflösen könne. Der Niederschlag, aus Eisenoxyd und Alaunerde bestehend, wurde filtrirt, und mit kaltem Wasser ausgewaschen, und der noch feuchte Niederschlag mit Aetzkalkilauge behandelt, um die Alaunerde von dem Eisenoxyd zu trennen.

Das hiebei zurückbleibende Eisenoxyd wurde mit heißem Wasser ausgewaschen, scharf getrocknet und gewogen.

Die alkalische Flüssigkeit wurde mit Salzsäure angesäuert erhitzt, und mit kohlensaurem Ammoniak in Ueberschuss versetzt, der Niederschlag, aus Alaunerde bestehend, filtrirt, abgewaschen, getrocknet, geglühet und gewogen.

In die von dem Eisenoxyd und der Alaunerde befreiete Flüssigkeit wurde Chlorgas geleitet, und hierauf mit etwas kohlensaurem Natron versetzt. Die Flüssigkeit blieb 12 Stunden lang gut zugedeckt stehen, nach welcher Zeit sich etwas Manganhyper-Oxyd in braunen Flocken abgeschieden hatte, es wurde durch ein Filter abgeschieden, scharf getrocknet und gewogen.

Die alsdann mit Salpetersäure neutralisirte Flüssigkeit wurde mit kleesaurem Kali versetzt, der dadurch entstehende Niederschlag wurde filtrirt, ausgewaschen, scharf getrocknet, gewogen, und daraus die Menge der Kalkerde durch Rechnung bestimmt.

Nach Abscheidung der Kalkerde wurde die Flüssigkeit mit basisch phosphorsaurem Ammoniak versetzt, und etwa 12 Stunden lang gut zugedeckt der Ruhe überlassen, während welcher Zeit sich Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde gebildet hatten. Die Flüssigkeit wurde filtrirt, und was im Filter blieb mit Wasser, welchem etwas Ammoniak zugesetzt war, ausgesüßt. Der Rückstand wurde gelinde getrocknet, gewogen, und daraus die Talkerde berechnet.

Die Schwefelsäure wurde nun aus dem anderen Theile der sauren Flüssigkeit durch salzsauren Baryt gefällt, und aus dem entstandenen Niederschlage berechnet.

Nachdem der überschüssig zugesetzte salzsaure Baryt durch Zusatz von etwas Schwefelsäure entfernt worden war, wurde die filtrirte Flüssigkeit mit Salzsäure angesäuert, darauf mit Aetzammoniak in Ueberschuss versetzt, und möglichst schnell filtrirt, der hiebei erhaltene Niederschlag, aus phosphorsaurem Eisen, phosphorsaurer Alaunerde, phosphorsaurem Kalk u. s. w. bestehend, wurde zuerst mit kaltem, und dann mit warmem Wasser ausgewaschen, noch feucht vom Filter genommen, und mit Kalilauge gelinde erwärmt, hierauf filtrirt und gut ausgewaschen. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde nun mit einer Auflösung von kieselsaurem Kali versetzt, wodurch ein Niederschlag von kieselsaurer Thonerde entstand, der filtrirt und ausgewaschen wurde. Die Flüssigkeit wurde, um die Kieselerde des kieselsauren Kali zu entfernen, angesäuert und zur Trockene abgedampft, darauf mit Wasser übergossen, schwach erwärmt, filtrirt, und gut ausgesüßt.

Die hierbei erhaltene Flüssigkeit wurde mit etwas

Salzsäure angesäuert, und um die etwa vorhandene Phosphorsäure zu bestimmen, mit salzsaurer Talkerde und Ammoniak versetzt; die Flüssigkeit blieb hierauf 12 Stunden lang ruhig stehen, und wurde dann filtrirt. Die im Filter zurückbleibende phosphorsaure Ammoniak-Talkerde wurde mit Wasser, dem etwas Ammoniak zugesetzt war, ausgewaschen, getrocknet, geglühet und gewogen, worauf die Phosphorsäure daraus berechnet wurde.

Das vom Aetzkali nicht Aufgelösete, aus phosphorsaurer Talkerde, Eisen und Mangan Bestehende, wurde getrocknet und gewogen, dann in Salzsäure aufgelöset, mit Wasser verdünnt, und mit so viel Ammoniak versetzt, dass die Flüssigkeit nur noch schwach sauer reagirte; nun wurde kleesaures Ammoniak in Ueberschuss zugesetzt, wobei ein Niederschlag von kleesaurem Kalk entstand, derselbe wurde filtrirt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen, und aus der Menge der darin befindlichen Menge von Talkerde, die derselben entsprechende Menge von Phosphorsäure berechnet.

Die Flüssigkeit wurde alsdann zur Trockene verdampft, der Rückstand geglühet, und hierauf in Salzsäure aufgelöset. Die Lösung wurde möglichst neutralisirt, und daraus das Eisenoxyd durch bernsteinsaures Natrum gefällt. Hierauf wurde die Flüssigkeit filtrirt, und das Manganoxydul durch kohlsaures Natrum daraus niedergeschlagen.

Zuletzt wurde die Flüssigkeit, aus welcher durch Ammoniak die phosphorsaure Talkerde, das Eisen und Mangan gefällt waren, mit kohlsaurem Ammoniak versetzt; der hiebei entstehende Niederschlag wurde filtrirt, die Flüssigkeit zur Trockene abgedampft, geglühet, in Wasser aufgelöst und filtrirt, durch Abdampfen concentrirt, dann mit Weinsteinsäure versetzt, und aus der Menge des entstandenen doppelt weinsteinsäuren Kali, das Kali berechnet.

100,000 Gewichtstheile des lufttrockenen *Eriophorum*

vaginatum enthalten also an feuerfesten Bestandtheilen:

Kieselerde . . .	0,344	Gewichtstheile.
Alannerde . . .	0,065	—
Eisenoxyd . . .	0,035	—
Manganoxyd . . .	0,112	—
Kalkerde . . .	0,252	—
Talkerde . . .	0,340	—
Kali . . .	0,464	—
Natrum . . .	0,880	—
Schwefelsäure . .	0,198	—
Phosphorsäure . .	0,440	—
Chlor . . .	0,026	—
	3,156	Gewichtstheile.

Analyse des *Sphagnum palustre* L.

A. Auf seine in Wasser, Alkali und Weingeist löslichen Bestandtheile.

10,0 Grammen lufttrockenes *Sphagnum palustre* wurden in einer Extractionsmaschine mit warmem, dann mit kochendem Wasser auf die bei *Eriophorum* angegebene Weise behandelt. Der wässerige Auszug war fast farblos, und reagirte sehr schwach sauer. Aus dem Auszuge mit warmem Wasser wurde durch Sieden 0,120 Gr. lufttrockenes Pflanzeneiweiß abgeschieden.

Die beiden Wasserauszüge wurden nun bis zur Syrupconsistenz abgedampft. Der Rückstand wog 0,710, und wurde darauf mit Weingeist übergossen, schwach erwärmt und filtrirt. Das Filtrat wurde hierauf bis zur Entfernung des Alkohols gelinde abgedampft, das Zurückbleibende hatte einen etwas salzigen, hinter her schwach bitteren Geschmack. Hiernach bestand der Auszug des Weingeistes aus Bitterstoff, einer Säure und einigen Salzen.

Das nach der Behandlung mit Alkohol unlöslich Gebliebene, wurde zur Entfernung des noch anhängenden Alkohols gelinde erwärmt, dann mit wenig Wasser übergossen, erwärmt und filtrirt.

Ein Theil dieser wässerigen Auflösung mit einer Auflösung von Eisenvitriol versetzt, zeigte Spuren von eisengrünendem Gerbestoff an. Verdünnte Thierleimauflösung, zu einem andern Theile der Auflösung gesetzt, blieb ohne Wirkung, dagegen durch einen Zusatz von Alkohol zu einem dritten Theile derselben viel Gummi ausgeschieden wurde.

Der Wasserauszug bestand demnach aus Pflanzeneiweiß, Spuren von eisengrünendem Gerbestoff, Gummi, einer Säure, Pflanzenschleim und einigen Salzen.

Die mit Wasser erschöpften Theile des *Sphagnum* wurden gelinde getrocknet. Ihr Gewicht betrug nun 9,170 Gr., von diesen wurden 5,0 Gr. mit verdünnter Kalilauge gekocht, filtrirt, ausgewaschen, gut getrocknet und gewogen. Es blieben 3,107 Gr. Pflanzenfaser. 2,0 Gr. der mit Wasser behandelten Theile des *Sphagnum* wurden auf die oben erwähnte Weise mit Alkohol behandelt, um daraus das Wachs, Harz und Chlorophyll zu gewinnen. Der Auszug von Alkohol lieferte gelinde verdampft: an Wachs, Harz und Chlorophyll 0,060 Gr.

Nach dieser Analyse bestehen 100,000 Gewichtstheile lufttrockenes *Sphagnum palustre* aus:

A. durch warmes und heißes Wasser ausziehbare Theile, Gummi, Pflanzenschleim, Pflanzeneiweiß, Spur von eisengrünendem Gerbestoff, einer Säure und Salzen	7,100	Gewichtsth.
B. in verdünnter Kalilauge lösliche Gallertsäure	32,920	—
C. Wachs, Harz und Chlorophyll	3,000	—
D. Pflanzenfaser	56,980	—
Summa	100,000	Gewichtsth.

B. Auf seine feuerfesten Bestandtheile.

Die Asche des lufttrockenen *Sphagni palustris* von 100,000 Gewichtstheilen desselben, enthielt, ganz auf die bei dem *Eriophor. vagin.* beschriebene Weise behandelt:

Kali	0,140	Gewichtstheile.
Natrum	0,178	—
Kalkerde	0,362	—
Talkerde	Spuren	—
Alaunerde	0,008	—
Eisenoxyd	0,504	—
Manganoxyd	0,120	—
Kieselerde	2,289	—
Schwefelsäure	0,105	—
Phosphorsäure	Spuren	—
Chlor	Spuren	—
Summa	3,706	Gewichtstheile.

Analyse der *Erica vulgaris* L.

100,000 Gewichtstheile des lufttrockenen, jungen, im April gesammelten Heidekrautes enthielten nach gleichen Analysen:

A. an in warmen und heißen Wasser löslichen Bestandtheilen, in Gallertsäure, Gerbestoff, Gummi, Pflanzeneiweiß, und einigen schwefelsauren und salzsauren Salzen bestehend	30,400	Gewichtsth.
B. Gallertsäure und wenig Eiweiß	25,450	—
C. Wachs, Harz und Chlorophyll	5,870	—
D. Pflanzenfaser	38,280	—
		// 100,000 Gewichtsth.

Die Asche von 100,000 Gewichtstheilen der lufttrockenen jungen *Erica vulg.* bestand aus:

Kali	0,094	Gewichtstheile.
Natrum	0,200	—
Kalkerde	0,518	—
Talkerde	0,164	—
Alaunerde	0,045	—
Eisenoxyd	0,053	—
Manganoxyd	0,090	—
Kieselerde	0,582	—
Schwefelsäure	0,102	—
Phosphorsäure	0,012	—
Chlor	0,095	—

// 1,955 Gewichtstheile.

Ferner habe ich, dem Wunsche der verehrten Akademie zu genügen, zwei Arten von Torf aus der hiesigen Gegend, einen Torf aus einem 2 Meilen von hier belegenen Hochmoore, den ich: Stechtorf von R., und einen aus dem hiesigen Wiesenmoore, den ich: Formtorf von H. benennen will, genau zerlegt.

Analyse des Stechtorfes von R.

Nachdem ich mich durch vorläufige Versuche von den Bestandtheilen desselben, und davon überzeugt hatte, dass derselbe aufser der Humussäure, welche das Lackmuspapier nur dann röthete, wenn es in den Torfbrei, nicht aber in eine Abkochung des Torfes gelegt wurde, keine freie Säure, noch schwefelsaure und salzsaure Kalkerde, an durch Wasser ausziehbaren Bestandtheilen enthielt, zerlegte ich denselben auf folgende Weise:

A.

Hundert Gran des bei 50° R. wohl getrockneten und fein pulverisirten Torfes wurden in einem verkorkten Kölbchen mit Aetzammoniak übergossen, wobei das Pulver sehr aufschwoll, und dann 48 Stunden lang bei mäßiger Ofenwärme, unter öfterem Umschütteln, mit demselben digerirt. Darauf wurde es auf ein Filtrum gebracht, und

mehrere Tage hindurch mit Aetzammoniak so lange übergossen, als dieses noch gefärbt durchlief. Die filtrirte, ganz schwarzbraune Flüssigkeit, wurde hierauf mit destillirtem Wasser verdünnt, und so lange mit verdünnter Salzsäure versetzt, bis die Flüssigkeit etwas sauer reagirte, wodurch die Humussäure in Gestalt dunkelbrauner Flocken gefällt wurde, welche gehörig ausgesüßt, durch ein Filter geschieden, und bei 50° R. getrocknet, an Gewicht 27,6 Gran betrug.

B.

Andere hundert Gran desselben Torfpulvers, wurden ebenfalls in einem verkorkten Kölbchen 48 Stunden lang in mäßiger Wärme mit wasserfreiem Alkohol digerirt, dann bis zur Siedhitze erhitzt, und noch heiß filtrirt. Beim Erkalten dieser röthlich braunen, angenehm riechenden Tinktur schied sich das in der Siedhitze aufgelösete Wachs aus, welches hierauf durch ein Filter getrennt und getrocknet wurde. Es betrug an Gewicht 6,2 Gran.

C.

Die von dem Wachse getrennte Tinktur des vorigen Versuches wurde nun in gelinder Wärme bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, und darauf mit Wasser aufgeweicht, wodurch 4,8 Gran eines braunen Harzes gefällt wurden.

D.

Andere hundert Gran desselben getrockneten Torfpulvers wurden mit rectificirtem Steinöl übergossen, und in einem verkorkten Kölbchen 48 Stunden lang warm digerirt, dann auf ein Filter gebracht, so lange mit warmem Steinöl übergossen, bis dasselbe ganz ungefärbt durchlief, und die filtrirte Auflösung bei gelinder Wärme in einem Uhrglase abgedampft, wodurch 8,15 Gran braunes Erdharz erhalten wurden.

E.

Das zurückgebliebene Torfpulver wurde auf gleiche Weise mit rectificirtem Terpentinöl behandelt, wodurch noch 0,250 eines schwarzbraunen Erdharzes erhalten wurde.

F.

Dasselbe Torfpulver lieferte, auf gleiche Weise mit Schwefeläther behandelt, noch 0,250 Gran eines noch etwas dunkeler schwarzbraunen Erdharzes.

G.

Hundert Gran desselben getrockneten Torfpulvers wurden in einem bedeckten Tiegel, in dessen Deckel von schwarzem Eisenbleche eine kleine Oeffnung zum Entweichen der flüchtigen Stoffe angebracht war, bis zur gänzlichen Entfernung derselben, einer mässigen Glühhitze ausgesetzt, wodurch sie 53,0 Gran am Gewichte verloren.

H.

Die von dem vorigen Versuche übrig gebliebenen 47,0 Kohle wurden hierauf in einem offenen Tiegel bei Rothglühhitze vollkommen eingeäschert, wodurch sie abermals einen Verlust von 45,2 Gran erlitten. Es waren also durch diese Operation 98,2 Gran verloren gegangen, welche aus 47,6 Gran Wachs, Harz, Erdharz, Humussäure, und 45,0 Gran Humuskohle und 4,6 Gran Wasser bestanden.

I.

Die nach der Verbrennung des Torfes übrig gebliebene 1,8 gelblich weisse und leichte Asche enthielt nun seine sämtlichen feuerfesten Bestandtheile. Da diese jedoch zu einer quantitativen Analyse nicht hinreichen konnten, so wurde eine grössere Menge von Torfpulver zu Asche verbrannt, und mit der zehnfachen Menge der oben erhaltenen Asche, = 18,0 Gran, die Analyse der feuerfesten Bestandtheile auf folgende Weise bewerkstelliget.

a) Zuerst wurden 18 Gran dieser Asche mit einer gehörigen Menge von absoluten Alkohol auf einem Filter öfter übergossen, die durchgelaufene Flüssigkeit aber im Platintiegel eingedampft und geglühet, wobei 0,15 Gran salzsaure Kalkerde zurückblieben.

b) Das auf dem Filter zurückgebliebene Pulver wurde zu wiederholten Malen mit destillirtem Wasser ausgekocht, so lange, bis ein Tropfen davon, auf einem

Platinbleche abgedampft, keinen Rückstand hinterliefs. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde ebenfalls bis zur Trockene abgeraucht, und im Platintiegel geglühet. Der Rückstand betrug 2,8 Gran an schwefelsaurem Kalke.

- c) Das bei b) unaufgelöst gebliebene Pulver wurde nun mit verdünnter Salzsäure gekocht (wobei etwas Geruch von Schwefelwasserstoffgas bemerklich wurde), und darauf mit etwas Salpetersäure zur völligen Oxydation des Eisens vermischt und erhitzt, wobei 7,2 Kieselerde und Quarzsand unaufgelöst zurückblieben.
- d) Die bei c) erhaltene saure Auflösung wurde hierauf mit Aetzammoniak bis zum Vorwalten desselben versetzt, wodurch Eisenoxyd, Alaunerde und etwas phosphorsaure Kalkerde gefällt, und dann durch Filtriren von der Auflösung getrennt wurden. Die Auflösung selbst wurde mit Kleesäure versetzt, doch so, dass sie immer noch etwas alkalisch reagirte. Der dadurch entstandene Niederschlag von kleesaurer Kalkerde wurde abfiltrirt, und im Platintiegel unter Beobachtung der nöthigen Maafsregeln geglühet, wodurch dieselbe in kohlensaure Kalkerde verwandelt wurde, deren Gewicht 4,4 Gran betrug.
- e) Der bei d) durch das Ammoniak entstandene Niederschlag wurde noch feucht von dem Filter genommen, und mit einer wässerigen Auflösung von Aetzkali erhitzt, wobei das Eisenoxyd und die phosphorsaure Kalkerde unaufgelöst zurückblieben, welche abfiltrirt und geglühet 2,65 Gran an Gewicht betrugen.
- f) Die bei e) erhaltene alkalische Flüssigkeit wurde nun mit Salzsäure bis zum Vorwalten derselben versetzt, und darauf durch kohlensauen Ammoniak die Alaunerde gefällt, welche abfiltrirt, ausgesüfst und geglühet 0,8 Gran an Gewicht betrug.

Nach dieser Analyse enthalten also 1000 Gewichtstheile des Stechtorfes von R.:

Humussäure A.	276,00	Gewichtsth.
Wachs B.	62,00	—
Harz C.	48,00	—
Erdharz D. E. F.	90,00	—
Humuskohle	452,00	—
Wasser	54,00	—
Salzsaure Kalkerde I. a.	0,15	—
Schwefelsaure Kalkerde I. b.	2,80	—
Kieselerde und Sand I. c.	7,20	—
Alaunerde I. f.	0,80	—
Kohlensauren Kalk I. d.	4,40	—
Eisenoxyd u. phosphorsauren I. e.	2,65	—

Summa 1000,00 Gewichtsth.

Der Formtorf (Baggertorf) vom Hagenbruche bei Braunschweig, der nach vorläufiger Prüfung seiner Bestandtheile, deren Eigenschaften gemäß, auf ähnliche Weise zerlegt wurde, lieferte eine schwere und rothe Asche, und enthielt in 1000,00 Gewichtstheilen:

Humussäure	104,00	Gewichtsth.
Wachs	2,50	—
Harz	4,25	—
Erdharz	22,50	—
Humuskohle	446,00	—
Wasser	21,00	—
Schwefelsauren Kalk	48,75	—
Phosphorsauren Kalk	16,00	—
Eisenoxyd	66,00	—
Alaunerde	96,00	—
Kieselerde	22,00	—
Quarzsand	142,00	—

Summa 1002,00 Gewichtsth. ¹⁾.

1) Sicher enthalten nicht allein diese beide, sondern wohl alle von mir analysirten Torfarten auch in geringer Menge quell-

Die Veränderungen, welche die Pflanzen, deren vegetabilisches Leben erloschen ist, bei ihrem Uebergange in Torf erleiden, sind ganz den Zersetzungen analog, welche überhaupt die organischen Körper bei der Fäulniss erleiden; da aber bei der Fäulniss der Pflanzen unter Wasser der Zutritt der Luft verhindert ist, so kann sich weniger Kohlensäure bilden und verflüchtigen. Es bleibt daher mehr Kohlenstoff zurück, der die Bildung von viel Humussäure und Humuskohle zur Folge hat. Wollte man die stufenweise Bildung der Humussäure und Humuskohle nachweisen, so würden dazu noch viele, sehr schwierige Versuche nöthig sein. So viel ist aber wohl unbezweifelt,

und quellsatzsaure Verbindungen, denn aus dem 7ten Hefte des Erdmann - Schweiger'schen Journales für praktische Chemie von 1836 ersehe ich so eben, dass der Herr Professor Lampadius in einer Torfmasse der Umgebung von Freiberg die von Berzelius neulich entdeckte Quell- und Quellsatzsäure, in Gesellschaft der Humussäure mit Basen verbunden, zum Gehalte von 1,3 p. c. aufgefunden hat.

Die Meinung dieses gründlichen Chemikers, dass in dergleichen Moortorfmassen wahrscheinlich zwei Humusarten, die eine vegetabilischer Art, welche Humussäure zur Grundlag hat, und die andere animalischer Art, die Quellsäure erzeugend ist, vorhanden sein würden, erscheint mir um so mehr begründet, als sich eigentlich keine Art des Torfes ganz ohne animalische Reste denken lässt.

Deshalb bin ich im Voraus davon überzeugt, dass auch alle von mir analysirten Torfarten mehr oder minder quellsaure Verbindungen enthalten haben.

Meine zunehmenden Altersschwächen erlauben es mir aber nicht, diese beschwerlichen Analysen meinen Wünschen gemäß wiederholen zu können, und da die quell- und quellsatzsauren Verbindungen nicht, gleich der Humussäure, als nothwendige, den Torf constituirende, sondern nur als zufällige Bestandtheile desselben angesehen werden können, so möchte es wohl sehr gleichgültig sein, ob eine Torfart ein oder ein halbes Procent dieser Verbindungen mehr oder auch weniger enthielte.

dass alle durch kaltes und heisses Wasser ausziehbare Stoffe der Pflanzen sich am schnellsten in Humussäure, deshalb auch am schnellsten in einen Hauptbestandtheil des Torfes verwandeln. Dazu gehören: Gallussäure und Gerbesäure, Schleim, Pflanzeneiweiss, Gummi und Bitterstoff. Dagegen erleiden Essigsäure, Kleesäure, Citronensäure Weinsäure, Aepfelsäure, Zucker u. s. w., keine so schnelle Zersetzung oder Umwandlung in Humussäure.

Darnach folgen diejenigen Stoffe, welche sich in verdünnter Kalilauge auflösen, als: Gallertsäure, Farbestoff, Kleber, Phytokoll u. s. w. Am langsamsten geht die Pflanzenfaser in Torf über, wie aller Fasertorf (Moostorf) zeigt, dagegen hält sich das Harz der Pflanzen Jahrtausende.

Bei der Bildung des Torfes spielt der Sauerstoff der Luft, wie überhaupt bei der Zersetzung aller organischen Körper, eine Hauptrolle; dabei entstehen Wasser, Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäure und Humussäure. Diese Zersetzung erfolgt um so rascher, je mannigfaltigere und sich gegenseitig zersetzende Bestandtheile die Pflanzen enthalten, und je mehr sie der atmosphärischen Luft und minderm Drucke ausgesetzt sind. Schon in der ersten Periode ihrer Zersetzung nehmen sie eine braune Farbe an, welches daher rührt, dass die in den Säften der Pflanzen enthaltene Gallus- und Gerbesäure sich schnell in Humussäure verwandeln. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft wird von denen durch die Zersetzung sich in elektrischer Spannung befindenden Pflanzentheilen in grosser Menge angezogen, entweicht aber zum Theile bald darauf wieder, indem er sich mit dem in den Pflanzen enthaltenen Kohlenstoffe verbindet, als kohlen-saures Gas. Ein anderer Theil des Kohlenstoffs aber liefert mit dem angezogenen Sauerstoffe der atmosphärischen Luft und einem Theile des vorhandenen Wassers Humussäure; zu gleicher Zeit entsteht aber auch, wenn der Zutritt des Sauerstoffs gehindert ist, Humuskohle.

Diejenigen Pflanzen, welche reich an Schwefel, Phosphor, Stickstoff und Chlor sind, gehen besonders schnell in Zersetzung.

Ist bei der Erzeugung des Torfes der Zutritt der Luft durch Wasser gehindert, so entweicht ein Theil des Phosphors und Schwefels als Phosphor - Wasserstoffgas und Schwefel - Wasserstoffgas, während der Stickstoff und Wasserstoff der Pflanzen sich zu Ammoniak vereinigen, welches hierauf mit der Humussäure in Verbindung geht, und zuletzt vom Wasser fortgeführt wird.

Das Chlor verbindet sich aber mit den im Torfe vorhandenen Basen zu Chloriden, welche gleichfalls vom Wasser ausgelaugt werden.

Hat im Gegentheile die Luft ungehinderten Zutritt, so vereinigt sich der Schwefel, Phosphor und Stickstoff mit dem Sauerstoff derselben zu Säuren, und diese verbinden sich hierauf mit den vorhandenen Basen zu Salzen, welche indessen, je nach dem Grade ihrer Auflöslichkeit im Wasser, nach und nach ebenfalls aus dem Torfe durch das hinzutretende Wasser ausgelaugt werden. Dies ist der Grund, warum wir in der Asche des Torfes oft viel phosphorsauren Kalk, phosphorsaures Eisen, und meistentheils auch viel Gips oder Schwefelcalcium finden, welches letztere durch die Einwirkung der Kohle aus dem Gipse entsteht. Ein Theil der Humussäure, welche sich bei der Zersetzung der Pflanzen bildet, vereinigt sich aber auch mit der in demselben vorkommenden Alaunerde, dem Eisen- und Manganoxyde zu Salzen, die jedoch, weil sie sehr schwer im Wasser löslich sind, im Torfe verbleiben. Sind in den Pflanzen, wie es sehr häufig der Fall ist, Salze enthalten, deren Säuren zu den mineralischen Säuren gehören, so sind auch diese der Zersetzung unterworfen, wenn sie eine Erde oder das Oxyd eines schweren Metalles zur Base haben, denn sie werden durch die vorwaltende Humussäure zerlegt. Die fast in allen Pflanzen enthaltenen pflanzen-sauren Salze erleiden aber ebenfalls einer Zerlegung, und

verwandeln sich mit der Zeit in humussaure und kohlen-saure Salze.

Das in der Pflanzenfaser enthaltene Silicium verwandelt sich in Kieselerde, und scheidet sich als solche rein aus, weil sie keine Körper findet, mit welchen sie eine chemische Verbindung eingehen kann.

Dass aber die Pflanzenfaser wirklich Silicium, und keine Kieselerde enthält, scheint daraus hervorzugehen, dass sich derselben durch verdünnte Kali- und Natrum-lauge keine Kieselerde entziehen lässt, da dieselbe sich doch sonst sehr leicht darin auflöst. Wendet man indessen sehr concentrirte Kali- und Natrum-lauge an, so wird die Pflanzenfaser zerstört, und es entsteht Kieselerde, indem das Silicium entweder mit dem Sauerstoffe der Pflanzenfaser, des Wassers, oder der atmosphärischen Luft in Verbindung geht. Auch erhält man bei dem Verbrennen der Faser Kieselerde, welche aus dem Silicium und dem Sauerstoffe der Atmosphäre sich gebildet hat. Außerdem enthält die Oberhaut der Gräser und grasartigen Gewächse, so wie der Schachtelhalme (*Equiseta*), die von ihnen oft in großer Menge abgesonderte Kieselerde ¹⁾. Findet die Zersetzung der Pflanzen bei etwas gehindertem Zutritt der atmosphärischen Luft und nur geringem Druck im Wasser Statt, so entsteht ein schwer brennbarer Schlamm (Moder).

Humuskohle, oder kohlenartiger Humus, welche denjenigen Bestandtheil des Torfes ausmacht, welcher beim Verbrennen die meiste Hitze giebt, entstehet, wenn die Zersetzung der Pflanzen bei gehindertem Zutritt der Luft unter Wasser Statt findet, und der Untergrund entweder aus Sand, Granit, Gneiß, Diorit, Thon oder aus Mergel bestehet. Sie entsteht größtentheils aus den Fasern der

1) Nach Dary enthalten 27 Gran *Epidermis* des Rohres (*Arunda Phragmites*) 9 Gran Kieselerde, und die *Epidermis*, oder vielmehr das Skelett von *Equisetum hyemale* besteht nach Struve fast ganz ($97\frac{1}{2}$ pC.) aus Kieselerde.

Pflanzen, und besteht grösstentheils aus Kohle mit nur wenig Wasser- und Sauerstoff, nebst etwas Kieselerde, Eisen- und Manganoxyd, Kalk-, Talk- und Alaunerde, ist der Braunkohle sehr ähnlich, und geht auch wohl (in der Moorkohle) in dieselbe über.

Die Veränderungen, welche die Pflanzen bei ihrem Uebergange in Torf erleiden, bestehen also nach meinen Beobachtungen darin, dass die Säfte der weichen Theile derselben in Humussäure umgewandelt, die Fasern derselben aber grösstentheils in Humuskohle verändert werden, und mit Erden und Metalloxyden zum Theil vermengt, zum Theil verbunden, den Torf constituiren.

Am meisten findet sich der Torf in der gemässigten und kalten Zone verbreitet, indessen kömmt er auch in den heissen Zonen, in Brasilien, auf den Malouinen und bei Damiette vor, doch möchte derselbe wohl von dem unserer Moore, besonders aber der Hochmoore verschieden, und unserm Baggertorfe mehr ähnlich sein, wenigstens besteht der auf den Malouinen vorkommende, nach Lesson's Beobachtungen während seines Aufenthaltes auf der Insel Solidad ¹⁾, »aus schlammiger, moderartiger Erde, ohne eine Spur von vegetabilischer Substanz« u. s. w. Obgleich Frost zur Entstehung des Torfes nicht durchaus nothwendig ist, so wird doch, nach meinen Erfahrungen, die Erzeugung desselben dadurch sehr befördert, indem die Humussäure durch den Frost sowohl, als durch starke Wärme, in einen unauflöslichen Zustand versetzt wird, ein schwarzbraunes, dem Erdharze ganz ähnliches Ansehen erhält, und dem Torfe, wenn sie in gehöriger Menge darin vorhanden ist, wahrscheinlich in Verbindung mit dem Wachsharze der Pflanzen, die Eigenschaft enthielt, beim Drucke mit dem Fingernagel, oder beim Durchschnitte mit einem scharfen Messer, wachsartig zu glänzen und langsam zu verbrennen.

1) Froriep's Notizen für Natur- und Heilkunde 19ter Bd. 17tes Stück.

Da in jedem Torfe, den Moostorf ausgenommen, sich außer Humussäure, Harz und Wachs, auch Erdharz befindet, so scheint mir die Meinung Einhofs und Parkinsons, dass bei der Torfbildung zugleich eine ganz eigene Verbindung des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs Statt finde, nicht unwahrscheinlich, indem der nicht an die Humussäure gebundene Theil des Sauerstoffes, mit einem Theile des Kohlenstoffes verbunden, als kohlensaures Gas entweicht, und der zurückgebliebene, nicht mit der Humussäure verbundene Theil des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoffe in gewissen Verhältnissen eine innige Verbindung zu Erdharz einzugehen scheint.

Eine Vermuthung, welche durch das Vorkommen des Erdharzes mit Thoneisenstein und Spatheisenstein (kohlensaurem Eisen) an Wahrscheinlichkeit gewinnt, und welche durch den Umstand, dass schlackiges Erdharz (Asphalt) auf der Oberfläche des todten Meeres, in welchem Städte und ganze Landstrecken mit ihren Bewohnern versenkt sind, schwimmend angetroffen wird, nicht entkräftet zu werden scheint. Ueberhaupt dürften, wie auch Hatchett ¹⁾ glaubt, die durch ihre verschiedene Consistenz, äusseres Ansehen, Geruch und Farbe, so wie durch ihren verschiedenen Gehalt an Bitumen, Erden und Metalloxyden, sich unterscheidenden Arten des Erdharzes, den Bernstein ausgenommen, gleichen organischen, nur durch besondere Umstände veränderten Ursprunges sein, aus gleichen Elementen zu bestehen, und sich nur in Hinsicht ihrer Mischung mit fremden, selbst animalischen Stoffen, wovon der bituminöse Mergelschiefer ein Beispiel ist, unterscheiden. Alle diese scheinbar verschiedene Körper liefern bei trockener Destillation Kohlenwasserstoffgas und brenzliches Oel, als Rückstand aber Kohle. Auch fand ich bei einer Analyse des

1) Hatchett, über die Umwandlung vegetabilischer Substanzen in Erdharz. Gehlen, neues allgemeines Journal der Chemie. 5ten Bandes 3tes Heft.

schlackigen Erdpechs (Asphalt) dass dasselbe im Hundert: 0,04 Humussäure, 1,00 Wachs, 6,50 eines in absoluten Alkohol löslichen, gelben, schmierigen Harzes, und 92,46 in Steinöl, Terpentinöl und Aether löslichen, durch ihre Auflösungsmittel verschiedene braune Harze enthält. Merkwürdig ist es, dass alle diese durch die Zerlegung des Asphaltes gewonnenen Bestandtheile desselben ihren eigenthümlichen Geruch nach Bitumen, der nur durch Glühen vertrieben werden kann, unter jeder sonstigen Behandlung beibehalten. Das Bitumen, welches, wie schon die bei der trockenen Destillation desselben erscheinende ammonikalische Flüssigkeit andeutet, eben so sehr animalischen als vegetabilischen Ursprungs zu sein scheint, muss sich also mit jenen Substanzen aufs innigste vereinigt haben, und sich vereinigen können, wovon auch der Stinkkalk, Stinkgips und der Stinkquarz wichtige Beweise sind.

Eben so merkwürdig ist aber auch die Behauptung des sonst als sehr genauen Analytiker mit Recht geschätzten, verewigten Klaproth ¹⁾, „dass es nicht möglich sei, selbst „durch kochende concentrirte Aetzlauge, dem Asphalt etwas abzugewinnen,“ die durchaus auf einem Irrthume beruhen muss, und die alle andere Chemiker und Mineralogen, auf Klaproths Autorität gestützt, nachgeschrieben und so die Natur des Erdpeches verkannt haben.

Meines Wissens ist Berzelius der Erste, der in seinem Lehrbuche der Chemie (in der 2ten Abtheilung des 3ten Bandes S. 1122.) bemerkt, dass kaustisches Kali eine bedeutende Menge vom Asphalte auflöse, auch, dass Ammoniak, sowohl kaustisches, als kohlen-saures, gleiche Wirkung darauf äußern.

Kohlenartiger und Erdharz haltender Humus kann sich aber auch bei freiem Zutritt der Luft, und selbst an trockenen Orten, auf der Oberfläche der Erde erzeugen, wenn

1) Klaproth, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper. 3ter Bd. S. 316.

der Boden nur arm an salzfähigen Basen ist, zum Beispiel auf eigentlichem Sandboden. In diesem Falle häuft sich noch Zersetzung der weicheren Theile der Gewächse kohlenartiger Humus und freie Humussäure an, die denn den sogenannten sauren Humus bilden, der durch den Frost, welcher die Humussäure ihres Wassers beraubt, in Erdharz haltenden Humus verändert wird, und es entsteht, wenn der Boden die flüssigen meteorischen Niederschläge nicht mehr durchlässt, besonders bei niedriger und muldenförmiger Lage desselben, ein Torfmoor, in welchem sich, wenn es sich in einem Thalgrunde befindet, fast jährlich neue Schichten von Torf, die sich oft in vieler Hinsicht bedeutend unterscheiden, erzeugen.

Es finden sich nämlich sogleich auf der Oberfläche dieser versumpften Niederungen und auf dem darüber stehenden Wasser eine Menge von Wasser- und Sumpfpflanzen ein, zuerst Wasseralgen, *Confervae* und *Uloae*, und bei Anwesenheit vieler Kalktheile, *Charae*, dann mehr organisirte Wasserpflanzen, als *Myriophylla*, *Ceratophylla*, *Callitriche*, *Lamnae*, *Hydrocotyle*, *Hydrocharis*, *Hottonia*, *Ranunculus aquatilis*, *Potomageta* u. s. w., sterben ab, und constituiren nach ihrer Zersetzung mit den wenigen Erden, die sie enthalten, und den wenigen Erden und Metalloxyden, die vielleicht im Boden, oder im Wasser enthalten waren, oder zufällig durch Regen, Schneewasser und atmosphärischen Staub, in das Moor geführt worden sind, die untere dichte und schwarze Torfschicht (Pechtorf). Später treten auf dem von diesen Wasserpflanzen erzeugten Moder mit bedeutenden Wurzeln und vielen Gefäßen versehene Sumpfpflanzen, als: *Polygonum* und *Sisymbrium amphibium*, *Caltha* und *Cineraria palustris*, *Typhae*, *Arundo Phragmites*, *Carices*, *Scirpi*, *Iris Pseudo-Acorus*, *Acorus Calamus*, u. s. w. auf, die nach ihrem Absterben ebenfalls unter das Wasser gerathen, und nach ihrer Zersetzung eine neue Schicht von Torf bilden, der besonders, wenn er von älterer Entstehung ist, sich durch schwarzbraune Farbe, und inwendig

wachsartig glänzenden Strich beim Durchschneiden unterscheidet, und gewöhnlich Moortorf genannt wird.

Haben die Ueberreste jener Pflanzen, die wegen des vorhandenen Wassers und wegen der antiseptischen Eigenschaft der Humussäure nicht völlig verwesen konnten, sich in vielen Jahren angehäuft, und ist die Decke des Moores durch Ansiedelung von Laubmoosen dichter und filziger geworden, so siedeln sich Heiden, *Vaccinia*, *Scirpi*, *Carices*, *Eriophora*, *Junci*, *Pamassia*, und andere feuchten Moorgrund und sauren Humus liebende Pflanzen mit faserigen und holzigen Wurzeln, selbst kleine Sträucher, wie *Myrica Gale*, *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre* u. s. w. an, deren Ueberreste man zum Theil noch ziemlich deutlich in den obersten Schichten des durch ihre Zersetzung entstandenen Torfes erkennen kann, und die sich auch jetzt noch auf dem Moore, welches in der Torfbildung begriffen ist, wachsend befinden, diese bilden den Rasentorf (Stechturf).

An einigen Orten ist aber diese letztere Schicht nur von sehr geringer Mächtigkeit, und gleich unter derselben, kaum einen Fuß tief unter dem Rasen, befindet sich eine schwarzbraune, oft durch Eisenoxyd, welches gewöhnlich aus nahe gelegenen Hügeln, als flüssiges saures kohlensaures Eisenoxydul in das Moor gelangte, röthlich gefärbte breiartige, schlüpfrige Masse, die nicht mit dem Spaten gestochen werden kann, sondern noch weich in Formen gedrückt (gebaggert) und Baggertorf (Formtorf, Backtorf) genannt wird, sich aber in Hinsicht der Brennbarkeit und Heizkraft, wenig von dem Moortorfe unterscheidet. Moostorf, den man eigentlich nicht zu den Torfarten rechnen sollte, weil er kaum Spuren von Humussäure und Erdharz enthält, entsteht in großer Menge, wenn das Moor einen gewissen Grad von Feuchtigkeit erlangt hat, und so mit freier Humussäure überladen ist, dass keine der zuletzt genannten Pflanzen, kaum einige Binsen, Gräser und Riedgräser, darauf gedeihen können, und das-

selbe nur von Moosen, besonders von *Sphagnis*, *Hypnis*, *Polytrichis* und von Flechten, besonders von *Cenomyce rangiferina*, *fimbriata* und *coccifera* überzogen wird, worauf zuletzt auch das Aufwachsen des Moores aufhört, oder doch ganz unmerklich erfolgt, da es nun an überflüssiger Feuchtigkeit, welche die schnellere Zersetzung, und den Zutritt der atmosphärischen Luft und des Lichtes verhinderte, gebricht.

Um mich von der Richtigkeit dieser meiner, in verschiedenen Ländern und in ganz verschiedenen Gegenden gemachten, und mit den zeitgemäßen Meinungen von De Luc, Van Marum, Crome, Einhof, Dau und vorzüglich Sprengel, in der Hauptsache übereinstimmenden Beobachtungen gewiss zu überzeugen, beschloss ich ein Torfmoor im Kleinen anzulegen, und den in meiner Gegend vorkommenden Torf künstlich nachzubilden.

Zu diesem Zwecke liefs ich im Frühlinge 1828 ein 2 Fuß tiefes, eben so breites und 3 Fuß langes Loch in der Erde mit Kieselsteinen ausmauern, füllte dasselbe mit den Pflanzen und Gräsern, welche im Hagenbruche auf dem Torfmoore und um dasselbe wachsen, und mit einigen Conferven und Lemmen, die ich auf dem Moore fand, an, trat die etwas zerkleinerten Pflanzen mit ihren von Erde gesäuberten Wurzeln fest ein, übergoss sie mit Wasser, so, dass dasselbe einen guten Zoll hoch darüber stand, legte einen das Behältniss fast ganz ausfüllenden Deckel darauf, beschwerte diesen mit einem Steine, und deckte das Ganze mit einem Brette zu, um das Einströmen von Regen- und Schneewasser zu verhindern.

Schon nach einigen Wochen war die Masse in heftige Gährung gerathen, die weichen Theile der Pflanzen waren braun geworden, und beim Durchstossen der Masse entwickelte sich eine sehr große Menge Kohlen-, Schwefel- und Phosphor-Wasserstoffgas mit höchst widerlichem Geruche, der sich auch bis zum Eintritte des Spätherbstes nicht verlor. Zu dieser Zeit war die Masse theils dadurch,

dass sie zuweilen, um sie gleichförmiger zu machen, mit einem Spaten durchstossen wurde, theils durch die Zersetzung der weichen Theile der Pflanzen, fast gleichförmig, schwarzbraun, und überhaupt sehr torfähnlich geworden. Nun mischte ich die bei der Analyse des Torfes in demselben gefundenen mineralischen Substanzen in dem Verhältnisse, als ich dasselbe zu dem vorhandenen Humus passend glaubte, hinzu, ebnete die Masse, übergoss sie hierauf wieder mit so viel Wasser, dass es einen Zoll hoch darüber stand, und liess sie im Winter gefrieren.

Im Frühlinge des Jahres 1829 fand ich die nun aufgethauete Masse sehr zusammengesunken, ganz schwarzbraun, schlüpfrig, fast geruchlos und dem Torfe sehr ähnlich. Um die Masse zu vergrößern, mehr Humussäure zu gewinnen, und die Verschiedenheit der Jahresschichten besser beobachten zu können, stopfte ich das Behältniss wieder mit jenen Gräsern und Pflanzen, nebst deren Wurzeln voll, übergoss sie wieder mit Wasser, und behandelte sie wie im vorigen Jahre, setzte der Masse im Herbst wieder die mineralischen Substanzen zu, und erhielt sowohl den Sommer über, als nach dem darauf folgenden Winter, gleiche Resultate, welche bei gleichem Verfahren in den Jahren 1830 und 1831 dieselben waren. In dem sehr gelinden Winter von 1831 auf 1832 hatte sich die oberste Schicht der Masse nicht so deutlich, als in den vorhergegangenen kälteren Wintern, verändert, weil die unteren Schichten schon viele fäulnisswidrige Humussäure enthielten, und war nicht so schwarzbraun und geruchlos, als es in den verflossenen Jahren die früheren Schichten gewesen waren. Auch hatte, wahrscheinlich im Anfange des Frühlings, ein Maulwurf in diesem kleinen künstlichen Torfmoore Erde aufgeworfen, wodurch die Schichten nicht allein mit einander gemengt, sondern auch die so gut gethene Masse mit weit mehr Erde und Sand, als der Torf sonst enthält, vermischt worden ist, wodurch der künstliche Torf nicht allein sein Ansehen verloren hat, sondern auch

bröckelig und schwerer geworden ist. Die von der Erde, so gut als es thunlich war, gesäuberte Masse, habe ich in dem verflossenen Sommer in einer verpechten Kiste von der Gröfse jenes Behältnisses, nachdem ich sie fest einge- drückt, und in dasselbe gesetzt hatte, auf die angegebene Weise behandelt, in dem nun verflossenen Winter gefrieren lassen, und fügte diesem Aufsätze die Probe dieses, aus den Schichten der vorher gegangenen 4 Jahre bestehenden Torfes, unter der Bezeichnung: Künstlicher Torf von 1832 bis 1833 bei. Zugleich erfolgten aber auch die Proben aller Jahrgänge von 1829 an, damit die Akademie in den Stand gesetzt würde, den jährlich deutlicher werdenden Uebergang der abgestorbenen Pflanzen in Torf selbst beobachten zu können. Sichtbar wird durch die jährlich sich aufs Neue aus denen hinzu gekommenen frischen Pflanzen erzeugende, und im Winter gefrierende Humussäure, so wie durch den vermehrten Druck, der gebildete Torf mit jedem Jahre dichter und erdharzhaltiger, wodurch er die Fähigkeit erlangt, länger Feuer zu halten, und eine anhaltende Kohle zu liefern.

Auch besitzt der eingesandte künstliche Torf, meinen Versuchen gemäß, trotz seiner Veruneinigung mit Erde, diese Eigenschaften wirklich. Er brennt gut und langsam, mit weißer Flamme, und ohne unangenehmen Geruch. Fünfhundert Gran desselben liefern 285 Gran einer schwarzen Kohle, die anhaltend brennt, und völlig eingeäschert 162 Gran einer rothen und schweren Asche hinterlässt, die der des Forntorfes vom Hagenbruche sehr ähnlich, aber, wie zu erwarten, schwerer ist, auch keinen Gips enthält. Durch Aetzammoniak werden 100 Gran desselben $3\frac{3}{4}$ Gr. Humussäure, und durch heißen absoluten Alkohol $\frac{1}{4}$ Gran Wachs, und $1\frac{3}{4}$ Gran grünliches Harz, so wie durch rectificirtes Steinöl eine dasselbe färbende Menge von Erdharz entzogen. Er enthält also alle einen brauchbaren Torf constituirenden Bestandtheile, und würde, wenn der erwähnte

Unfall nicht Statt gefunden hätte, dem des Wiesenmoores im Hagenbruche gleich sein.

Wohl möchte die Veränderung des Holzes in Braunkohle, wie die verehrte Akademie sehr richtig bemerkt, grofse Aehnlichkeit mit der Bildung des Torfes haben, da beide Körper zuweilen (in der Allunialformation) in einander übergehend gefunden werden, obgleich ihre Erzeugung wesentlich verschieden ist, und gröfstentheils in verschiedenen Perioden Statt gefunden hat. Die Humussäure, die ich, und nach mir Berthier, in mehreren Arten der Braunkohle aufgefunden haben, möchte wohl ebenfalls eine Rolle bei dieser Veränderung der Bestandtheile des Holzes spielen; denn beide Processe scheinen sich nur dadurch von einander zu unterscheiden, dass die Bildung der Humussäure und des Erdharzes bei dem Torfe unter Wasser und bei mehrerem Zutritte der atmosphärischen Luft und des Sauerstoffes, bei der Braunkohle aber unter der Erde und bei geringerem Zutritte des Sauerstoffes erfolgt ist. Ueberhaupt ist es wohl wahrscheinlich, dass alle die so mannigfaltigen, und so unterschiedlich verdichteten Kohlenwasserstoff-Verbindungen, unter den geologischen Einflüssen, welche die Gewächse, aus denen sie hervorgingen, erlitten haben, sich erzeugten.

Vergleichende Versuche, die allmälige Bildung der Braunkohle, gleich der des Torfes zu bestimmen, sind aber wohl bei dieser auf jeden Fall schwieriger, als bei jenem, da die Braunkohle wohl schwerlich jetzt noch gebildet wird, sondern wohl entschieden auf die tertiäre Formation folgt, und also wenigstens mit dem ältesten schwarzen Torfe der Hochmoore von gleichem Alter ist, dagegen man die Entstehung der Sumpf- oder Wiesentorfmoore, die sich unter unseren Augen bilden, leichter beobachten kann. Voigt sagt in seiner Geschichte der Steinkohlen, Braunkohlen und des Torfes, 1802 S. 136: »Die Braunkohle ist umgewandeltes Holz, welches nur in einigen Fällen entweder durch Uebermaafs von Bitumen, wie bei der Pech-

»kohle, oder durch Auflösung, wie bei der bituminösen
 »Holzerde (erdige Braunkohle), seine Holzgestalt verloren
 »hat. Eben diese Veränderungen aber, die verschiedene
 »Schichten oder Theile eines Lagers mehr oder weniger er-
 »litten haben, sind auch die Ursache, weshalb die daselbst
 »angehäuften Hölzer in so verschiedene Arten von Braun-
 »kohle umgewandelt wurden, die man so oft beisammen
 »trifft, zum Beispiel am Meißner,« und am Fusse des Harz-
 gebirges und Elmes. (D. V.)

Nach desselben Meinung ¹⁾, der ich meinen eigenen
 Beobachtungen zu folgen beipflichte, erzeugten sich aus bi-
 tuminösem Holze alle verschiedene Arten von Braunkoh-
 len, je nachdem das Holz mehr oder weniger Bitumen
 (Erdharz) enthielt; und Moorkohle, die oft in Torf
 übergeht, zuweilen auch in Parthieen darin gefunden wird,
 unterscheidet sich nur dadurch von dem bituminösen Holze,
 dass dasselbe dergestalt verändert und zerstört ist, dass es
 nichts von Holzgestalt beibehalten, sondern ein erdiges An-
 sehen und noch so vielen Zusammenhang seiner Theile
 behalten hat, dass es noch von der losen und zerreiblichen
 bituminösen Holzerde (der erdigen Braunkohle) zu unter-
 scheiden ist. Ein interessantes Vorkommen in einem
 Braunkohlenlager der hiesigen Gegend (bei Seesen), scheint
 diese Meinung sehr zu bestätigen. Auf einem quarzigen
 Kohlensandstein, und mit demselben ganz verwachsen,
 findet sich in Quarz versteinertes Holz, an Farbe und äü-
 sere Gestalt völlig der Braunkohle ähnlich, aber hart. Ueber
 demselben liegt bituminöses Holz, mit unveränderter Holz-
 textur, von blauschwarzem Thone mit verwittertem Schwe-
 felkiese, und auf der Oberfläche mit Lehm und Sand be-
 deckt.

Von dieser Braunkohle habe ich die oberste Schicht
 des bituminösen Holzes, und die darunter liegende Moor-
 kohle, von welchen beiden ich der Akademie Proben ein-

1) *Loc. citat.* p. 178.

gesandt habe, auf ihren Gehalt an Humussäure, Harz und Erdharz untersucht, und werde die Resultate dieser Analyse dem Schlusse dieses Aufsatzes beifügen.

Die Entstehung der verschiedenen Arten der Braunkohle, die sich nur im aufgeschwemmten Gebirge auf dem jüngsten Flötzkalk und dem jüngsten Sandstein gebettet in Thon-, Lehm- und Sandsteinlagern findet, und in ihren Lagern Erdpech, Bernstein, Retinit, Honigstein, Schwefel, Schwefelkies und einzelne Gipskrystalle führt, denke ich mir auf folgende Weise.

Bei den gewaltigen Stürmen, welche unbezweifelt vor vielen Jahrhunderten ganze Wälder von Nordwest aus niederstreckten, wurden belaubte Bäume in vollem Saft auf den erwähnten Boden niedergeworfen, und nach längerer Zeit, wo sich schon Humussäure gebildet haben konnte, durch andere Katastrophen mit demselben, oder einem anderen, an lösbaren Basen armen, Boden bedeckt. Ehe sie gänzlich bedeckt wurden, erzeugte sich durch den Zutritt der atmosphärischen Luft und der flüssigen atmosphärischen Niederschläge aus den zersetzten weichen Theilen der Blätter und Rinden Humussäure, die, weil sie keine Basen fand, mit welchen sie sich verbinden konnte, als freie Humussäure das wahrscheinlich größtentheils harzige Holz durchdrang, in demselben gefror, oder auf sonstige Weise ihres Sauerstoffs beraubt, und in bituminösen Zustand versetzt wurde. Schon Voigt ahnete einen ähnlichen Vorgang, denn er sagt *l. cit.* S. 294: »Am wahrscheinlichsten hat sich das Bitumen in dem Holze selbst entwickelt, ohne durch äußere Einwirkungen dahin gebracht worden zu sein,« und die Analyse des bituminösen Holzes und der Moorkohle meiner Gegend zeigt einen bedeutenden Gehalt von Humussäure, dagegen der von eigentlichem Erdharze gering ist.

Das freilich seltene Vorkommen von krystallinischem Schwefel in der Braunkohle, z. B. in der von Artern, und das sehr häufige Vorkommen von Schwefelkies in dersel-

ben, scheint mir sich dadurch erklären zu lassen, dass entweder bei der unter der Erde vorgegangenen Zersetzung der Vegetabilien, oder durch Zersetzung des in dem Boden befindlichen Gipses, oder anderer schwefelsauren Verbindungen, durch kohlenstoffhaltige Substanzen Schwefelwasserstoff entstand, welcher, später durch hinzu gekommenes saures kohlensaures Eisen zerlegt, den Schwefelkies constituirte. Eine Meinung, welche durch die Beobachtungen des D. Bischof ¹⁾, dass Gips auch auf nassem Wege durch Kohle zerlegt wird, an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Dieser vielleicht gewagten Hypothese gemäß, suchte ich, nachdem ich die Aufforderung der Akademie gelesen hatte, auch dieses Naturproduct, wo möglich künstlich darzustellen.

Zu diesem Zwecke liefs ich einen grünenden Zweig eines Apfelbaumes in mehrere Stücke zersägen, diese spalten, und legte sie am 3ten August 1831 in die unterste Schicht meines künstlichen Torfes, wo ich sie in dem folgenden Winter mit demselben durchfrieren liefs. Im Frühlinge 1832 nahm ich sie aus demselben heraus, und steckte sie, da sie schon ganz braun gefärbt waren, noch nass in eine Mischung von drei Theilen Töpferthon, und einem Theile zerfallenen Schwefelkies, wobei ich sie zuweilen mit einem concentrirten Torf-Aufgusse begoss. Unter diesen Verhältnissen habe ich sie den letzten Winter hindurch im Freien der Kälte ausgesetzt, und der Akademie einige Stücke übersendet, welche sich dem äufsern Ansehen nach sehr wenig von dem bei Helmstedt vorkommenden bituminösen Holze unterscheiden, deren gelblicher, dichter, fast muscheliger Bruch und harziger Geruch auffallend sind, und denen sich, mit Aetzammoniak übergossen, eine bedeutende Menge von Humussäure entziehen lässt. An den auch beigelegten beiden Stücken eines trocken gewe-

1) Neues Jahrbuch der Chemie und Physik von Schweigger-Seidel. 4ter und 6ter Band, in mehreren Heften.

senen tannenen Blumenstockes war die Verschiedenheit des Bruches und des inneren Ansehens des Theiles desselben, der in der Torfmasse gesteckt hat, und desjenigen, der aufserhalb derselben gewesen ist, deutlich zu bemerken.

Das bituminöse Holz von Seesen, welches die oberste Schicht des dortigen, oben erwähnten Braunkohlenlagers bildet, enthält in 100,000 Gewichtstheilen:

Humussäure	5,875	Gewichtsth.	
Harz	0,137		—
Erdharz	2,300		—

Die sogenannte Moorkohle eben daher:

Humussäure	4,500		—
Harz	4,000		—
Erdharz	2,375		—

Die erdige Braunkohle v. Völpke:

Humussäure	5,000		—
Erdharz	3,500		—

denen stammten. Blumensorten: war die Verschiedenheit
 des Baues und des inneren Aussehens des Theiles dessel-
 ben, der in der Formase gesteckt ist, und desjenigen, der
 ansehnlich durch den gewöhnlichen, obgleich zu bemerkenden
 gewöhnlichen Substanz. Agilanthus ist ein
 gewöhnlicher und sehr seltener, jedoch, hiesiger
 und blühender. Hiesiger von Seiten, welche die oberste
 Schicht des dortigen, obersten ägyptischen Brunnens
 enthält, enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Dieser ist ein Hiesiger, der in 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Hiesiger in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000
 enthält in 100,000 Gewichtstheilen: 100,000

Das häufige Vorkommen **Ueber**
erdigen Eisenblau im Torfe erzeugt bei mir, nach Aufheben
der **die Entstehung und die Bestandtheile**
das jene blauen Mineralkörper waren durch die Humus-
säure mit dem Torfe in **der**
Raseneisensteine und des erdigen
Eisenblau
(zerreibliche blaue Eisenerde).

Auch werden diese Mineralkörper in der That schon zu einem von Lagerung abhängigen Grade der Vergütung, die nur die Natur ertheilt, gelassen. Hinsichtlich der erdigen Mineralien, oder der sogenannten zerreiblichen blauen Eisenerde, muss ich mich auf die Bekanntheit dieser Mineralien in der That beschränken. Bekanntlich wird dieser Mineralkörper in der That aus einem mineralischen Leibe, als aus dem phosphor-
sauren Eisenoxydhydrat bestehend, gebildet. Der erdige Zustand derselben ist jedoch, wie ich schon oben bemerkt habe, als ein Zustand der Verwitterung zu betrachten, welcher durch die Einwirkung der Humussäure auf das Eisenoxydhydrat bewirkt wird. Dieser Zustand ist jedoch nicht als ein Zustand der Verwitterung zu betrachten, welcher durch die Einwirkung der Humussäure auf das Eisenoxydhydrat bewirkt wird. Dieser Zustand ist jedoch nicht als ein Zustand der Verwitterung zu betrachten, welcher durch die Einwirkung der Humussäure auf das Eisenoxydhydrat bewirkt wird.

1) Hagen, Handbuch der Mineralogie, 3ter Band, 1878.
2) Hagen, Handbuch der Mineralogie, 3ter Band, 1878.
3) Hagen, Handbuch der Mineralogie, 3ter Band, 1878.
4) Hagen, Handbuch der Mineralogie, 3ter Band, 1878.

Ueber
die Entstehung und die Bestandtheile
der
Eisenerze und des erdigen
Eisenplan
(verreibliche plane Eisenplan)

52

Das häufige Vorkommen der Raseneisensteine und des erdigen Eisenblau im Torfe erregten bei mir, nach Auffindung der Humussäure in dem letzteren, den Gedanken, dass jene beiden Mineralkörper wohl durch die Humussäure mit dem Torfe in näherer Beziehung stehen könnten, und dieser bestimmte mich, das ganz in der Nähe von Braunschweig gelegene Torfmoor, der Hagenbruch genannt, auf welchem ich schon vor länger als 50 Jahren erdiges Eisenblau und Raseneisenstein fand, und auf welchem seit fast 20 Jahren ein förmlicher Torfstich angelegt worden ist, in Hinsicht humussaurer Verbindungen genau zu untersuchen.

Auch wurden meine Erwartungen nicht getäuscht, denn schon an einem neu angelegten Abzugsgraben hatte ich das Vergnügen, die mir bis dahin unbekannt gebliebene Entstehung des erdigen Eisenblau, oder der sogenannten zerreiblichen blauen Eisenerde genau beobachten zu können.

Bekanntlich wird dieser Mineralkörper in den meisten neuen mineralischen Lehrbüchern, als ein aus phosphorsaurem Eisenoxydulhydrat bestehendes Gebilde der neuesten Formation beschrieben, und sowohl Hausmann ¹⁾, als Breithaupt ²⁾, Walchner ³⁾ und Andere erwähnen, dass dasselbe auch mit dem Torfe und dem Raseneisensteine vorkomme, keiner derselben bemerkt aber, dass dasselbe dem

1) Hausmann's Handbuch der Mineralogie. 3ter Bd. S. 1078.

2) Hoffmann's Handbuch der Mineralogie, fortgesetzt von Breithaupt. 3ten Bandes, 2te Abtheilung, S. 303.

3) Walchner, Handbuch der Mineralogie. 1ster Bd. S. 381.

Raseneisensteine seine Bildung zu verdanken habe, und, dass außer der Phosphorsäure basisches und neutrales humussaures Eisenoxydul einen Bestandtheil desselben und der Raseneisensteine ausmachen, welches mir nach meinen Beobachtungen und Analysen ganz unbezweifelt scheint.

Es findet sich nämlich auf dem gedachten Moore gleich unter dem Rasen, und einer höchstens 2 Fuß tiefen Decke von eisenhaltiger Dammerde, ein muschliger Raseneisenstein (Hausmann's Limonit), der grösstentheils in Hinsicht des Zusammenhanges und der Farbe, zwischen Werners Morast- und Sumpferz in der Mitte zu stehen scheint, von gelblich brauner, sich ins schwärzlich Braune verlaufender Farbe, der grösstentheils durchlöchert und zerfressen ist, aber wo er nicht durchlöchert ist, pechschwarze, härtere, einen lichterem Strich gebende Stellen besitzt, (die, wie ich später zeigen werde, manganhaltig sind,) und dessen Dicke einen, höchstens nur anderthalb Fuß beträgt. Unter demselben und auf dem unter ihm liegenden Torfe und wenig Thon- und Kalkerde enthaltenden Sande, ja selbst auf denen, sich hin und wieder im Torfe befindenden Holzstücken, liegt die blaue Eisenerde, die zuerst, wie schon lange bekannt ist, als Oxydulhydrat von weißer Farbe erscheint, und erst durch den Zutritt der atmosphärischen Luft die schöne blaue, späterhin aber sehr leicht verfliehende Farbe des Oxydoxydulhydrates erhält. Auch fand ich unter den vielen dort umher liegenden Stücken des Limonites mehrere, deren schwarze Stellen zeisigrün angeflogen waren, und ganz die grüne Eisenerde der Mineralogen darstellten, beim Zutritt der Luft aber blau oder gelblich wurden; eine Farbe, die wohl als Uebergangsstufe zum blauen Oxydoxydulhydrate angesehen werden kann.

Aus diesem Vorkommen schloss ich, dass das durch den Raseneisenstein durchsinternde Wasser höchst wahrscheinlich phosphorsaures und humussaures Eisen auflösen, und auf den Torf, den Sand und das Holz absetzen werde,

weshalb ich es mir vornahm, diesen Vorgang im Kleinen zu Hause nachzubilden zu suchen.

Ich nahm also, auſser den Exemplaren für meine Sammlung, noch etwas frischen, nicht durchlöcherten Limonit, und etwas Wasser aus dem Graben, welches mit einer metallisch-glänzenden Haut überzogen war, mit nach Hause.

Zuerst prüfte ich einen Theil des etwas sauer reagirenden Wassers mit blausaurem Kali auf Eisengehalt, und setzte, da gar kein Niederschlag in demselben entstand, einige Tropfen verdünnter Salzsäure hinzu, wodurch sogleich ein starker blauer Niederschlag bewirkt, und also die Anwesenheit eines humussauren Salzes schon wahrscheinlich wurde. Einen andern Theil prüfte ich mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen, woraus nach mehreren Stunden bei Zutritt der freien Luft basisch-humussaures Eisen gefällt wurde. Den dritten Theil prüfte ich mit essigsaurem Blei auf Phosphorsäure, und erhielt einen bedeutenden, in Salpetersäure löslichen Niederschlag von phosphorsaurem Blei. Den vierten Theil des Wassers verwendete ich nun dazu, den Limonit mit demselben in einer flachen Tasse, unter Zutritt des Lichtes und der freien Luft, zu begießen, da ich dann das Vergnügen hatte, sich zuerst weißes phosphorsaures Eisenoxydulhydrat, dann grünes, und endlich blaues, ganz dem natürlichen erdigen Eisenblau entsprechendes Oxyoxydulhydrat auf demselben, und besonders an den schwärzlichen Stellen desselben, entstehen zu sehen, so dass meine Vermuthung mir dadurch unbezweifelt bestätigt erschien.

Durch vorläufige Versuche von der Anwesenheit der Humussäure in dem erdigen Eisenblau sowohl, als in dem Limonite überzeugt, beschloss ich beide Körper zu zerlegen, um deren Gehalt mit einiger Gewissheit angeben zu können, wobei ich folgendes Verfahren beobachtete.

A.
Hundert Gran des zu einem zarten Pulver zerrieb-

nen, oben beschriebenen gelbbraunen Limonites übergoss ich in einem wohl verstopften Glase mit einer hinlänglichen Menge Aetzammoniak, und liefs dasselbe zwei Tage lang in gelinder Wärme darauf wirken. Nachdem ich mich durch abermaliges Uebergiessen des Pulvers mit Aetzammoniak davon überzeugt hatte, dass Letzteres weiter keine sichtbare Wirkung auf dasselbe äußere, mischte ich die beiden Auflösungen mit einander, verdünnte die dunkelbraun gefärbte, undurchsichtige und trübe Flüssigkeit mit destillirtem Wasser, und brachte sie auf ein Filter, durch welches sie nur sehr schwer (binnen 2 Tagen) von dem ganz ausgewaschenen Pulver getrennt wurde. Die durchfiltrirte Flüssigkeit, so lange mit Salzsäure, bis dieselbe bedeutend vorwaltete, versetzt, klärte sich binnen einigen Stunden vollkommen und liefs eine Menge dunkelbrauner Flocken fallen, die auf ein genau tarirtes Filter gebracht, erst mit kaltem, dann mit etwas erwärmten Wasser, bis zur gänzlichen Entfernung der Salzsäure abgewaschen wurden. Die Farbe der zuerst durchgelaufenen Flüssigkeit war anfangs hell weingelb, wurde aber dadurch, dass sich die Humussäure nach Entfernung der Salzsäure immer löslicher zeigte, später dunkeler. Die auf dem Filter befindliche Humussäure wog gehörig ausgetrocknet $13\frac{1}{2}$ Gran; da ich aber durch dreimalige Versuche überzeugt bin, dass das Aussüßwasser wenigstens $\frac{1}{2}$ Gran Humussäure aufgelöst enthalten hat, so glaube ich den Gehalt von Humussäure zu 14 Gran annehmen zu dürfen.

B. Hundert Gran des fein zerriebenen Limonites wurden mit Aetzkalklauge bis zur Trockene eingedickt, und dann im Silbertiegel mäfsig geglühet. Die nicht geflossene Masse von schwarzbrauner Farbe und zerreiblicher Consistenz lieferte, nachdem sie mit destillirtem Wasser aufgeköcht und auf ein Filter gebracht worden war, eine schwach weingelbe, fast wasserhelle Flüssigkeit, welche mit Salpetersäure gesättiget, keine Spur von Mangan zeigte, und

durch Uebersättigung mit kohlensaurem Ammoniak ebenfalls keinen Gehalt an Thonerde verrieth. Nachdem das Ammoniak wieder mit Salpetersäure etwas übersättiget und vorher durch Erhitzung von der Kohlensäure befreiet worden war, wurde der Flüssigkeit so lange eine Auflösung von essigsaurem Blei zugetröpfelt, als noch Trübung entstand. Das gefällte, gut abgewaschene und scharf getrocknete phosphorsaure Blei betrug 30 Gran, nach Klaproth gleich 7 Gran concreter Phosphorsäure.

C.

Das zurückgebliebene braune Eisenoxyd mit Oel befeuchtet und in einem bedeckten Tiegel geglühet, lieferte 66 Gran schwarzes, dem Magnete folgsames Eisenoxydul.

D.

Um den Wassergehalt des Limonites zu bestimmen, wurden 100 Gran desselben zu einem zarten Pulver zerrieben, und in einer kleinen Retorte bis zum gelinden Glühen erhitzt. Die übergegangene Flüssigkeit roch stark empyreumatisch nach verbrannten Vegetabilien, war von faulem Geschmacke, und reagirte weder auf blaues, noch auf geröthetes Lackmuspapier, aber ein, mit nicht rauchender Salzsäure befeuchteter Glasstab schien, wenn er an die Mündung der Röhre gehalten wurde, schwache Dämpfe zu erzeugen. Das Pulver hatte an Gewicht 27 Gran verloren, von welchen aber die nach A. aus der gleichen Menge erhaltenen 14 Gran Humussäure, welche bei dem Glühen verbrannt waren, abgezogen werden müssen, so dass nur 13 Gran als Wassergehalt zu berechnen sind.

Der gelbbraune Limonit bestand also aus:

Eisenoxydul . . .	66,
Phosphorsäure . . .	7,
Humussäure . . .	14,
Wasser . . .	13,
	100,

Von denen in diesem braunen Limonite befindlichen schwarzbraunen, fast pechschwarzen Parthien zerlegte ich

auf dieselbe Weise 100 Gran, und fand den Gehalt derselben:

Eisenoxydul . .	68,50
Manganoxydul . .	1,50
Phosphorsäure . .	7,—
Humussäure . .	12,50
Wasser	10,50
	<u>100,</u>

Das erdige Eisenblau wurde wie folgt zerlegt:

A.

Hundert Gran von Torffasern und andern Unreinigkeiten durch ein feines Sieb so viel als möglich gereinigte blaue Eisenerde, wie im ersten Versuche mit Aetzammoniak und Salzsäure behandelt, lieferten bei gleicher übrigen Behandlung $3\frac{3}{4}$ Gran Humussäure, welche in Hinsicht des gleichen Verhaltens der filtrirten Flüssigkeit füglich zu 4 Gran angenommen werden können.

B.

Hundert Gran solcher gereinigten blauen Eisenerde, wie bei B. des vorigen Versuches mit Aetzkali behandelt, lieferten eine ähnliche schwarzbraune Masse, die sich bei ihrer Auflösung in Wasser und Behandlung mit Salpetersäure und kohlensaurem Ammoniak gerade wie die bei B. des vorigen Versuches verhielt, keinen Gehalt von Mangan und Thonerde anzeigte, aber durch Zusatz einer Auflösung von essigsaurem Blei 119 Gran phosphorsaures Blei, gleich 28 Gran concreter Phosphorsäure (nach Klaproth) lieferte.

C.

Das zurückgebliebene Eisenoxyd lieferte, nach dem bei C. des vorigen Versuches beobachteten Verfahren behandelt, 42 Gran schwarzes Eisenoxydul.

D.

Hundert Gran gereinigter blauer Eisenerde wurden in einer kleinen Retorte bis zum gelinden Glühen erhitzt. Die übergegangene Flüssigkeit roch ebenfalls stark empyreumatisch, aber sie äußerte gleichfalls keinen Einfluss auf

die Lackmuspapiere, obgleich auch während der Erhitzung ein mit nicht rauchender Salzsäure befeuchteter Glasstab, vor die Mündung der Röhre gehalten, geringe Dämpfe zu bewirken schien. Das Pulver hatte an Gewicht 30 Gran verloren, woraus der Gehalt an Wasser, nach Abzug jener verbrannten 4 Gran Humussäure, zu 26 Gran zu bestimmen wäre.

Das erdige Eisenblau bestände also nach dieser und einer mit gleichen Resultaten wiederholten Analyse aus:

Eisenoxydul . . .	42 —
Phosphorsäure . . .	28 —
Humussäure . . .	4 —
Wasser . . .	26 —
	100 —

Den Umstand, dass in dem erdigen Eisenblau mehr Phosphorsäure und weniger Humussäure als in dem Limonite enthalten sind, glaube ich, von der oben erwähnten Vorstellung seiner Entstehung ausgehend, der größeren Auflöslichkeit des phosphorsauren Eisens und der schweren Löslichkeit des basisch-humussauren Eisens zuschreiben zu müssen.

Da ich nun nicht allein durch die eben angeführten, sondern auch durch mehrere nur qualitativ unternommene Versuche, die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass die Humussäure als neutrales und basisches humussaures Eisenoxyd mit kohlensaurem Eisenoxydul, phosphorsaurem Eisenoxydhydrat, und zufällig mit Mangan, Kiesel-, Thon-, Kalk- und Talkerde vermischt, einen Bestandtheil der sämtlichen Raseneisensteine und des erdigen Eisenblau, so wie auch in geringerer Menge der meisten Gelb-Eisensteine, des Bohnerzes und des eisenschüssigen Sandes und Lehmes ausmache, suchte ich durch genaue Beobachtung der Straten, in welchen Raseneisenstein und Torf vorkommen, den Hergang dieser Verbindungen und die Entstehung der Raseneisensteine zu erforschen, wozu mir theils das erwähnte, dicht vor Braunschweig liegende Torf-

moor, theils der aus Moor und Sandboden bestehende, an Wiesenerzen reiche Ackerboden eines befreundeten Landwirthes, die beste Gelegenheit darboten.

Unter der bei weitem größten Fläche jenes, gegen die Umgebung betrachtet, in einem Kessel liegenden, 600 Morgen Landes haltenden Gutes findet sich Werner'sches Sumpf- und Wiesenerz und Hausmann'scher Limonit in verschiedenen Uebergängen und Abstufungen (doch nicht wie in dem Hagenbruche bei Braunschweig als Morasterz und mit erdigem Eisenblau) überall auf 8 Zoll Tiefe, und wird beim Aufgraben und Aufpflügen in Stücken von der Gröfse einer Bohne, bis zu einem Centner schwer, aus einem Lager von ohngefähr einem Fusse Mächtigkeit zu Tage gefördert. Unter demselben liegt in dem unbeackerten Boden in unbestimmter Tiefe ein grober, gelber, stark eisenschüssiger, humussaure Eisenverbindungen enthaltender Sand, mit Adern von durchlöcherten Wiesenerze (Ortstein) von mannigfaltigen Abstufungen der Farbe durchzogen.

Der Oberboden der unbeackerten Stellen ist ein in gerader Fläche liegendes Moor, welches auch zur trockensten Zeit immer feucht ist, und nur dürftig saftloses, in hiesiger ökonomischer Sprache saures Futtergras und Binsen (*Scirpi, Junci* und *Carices*) hervorbringt.

Gleich unter den Wurzeln dieser Rasen liegt eine schwarze, brennbare Moorerde, die sich deutlich als ein Gemenge von weißgrauen Quarzsande und kohlenartigen Humus zeigt, und genau wie Laubmoose riecht.

Diese Erde trocknete ich scharf, und liefs 500 Gran derselben mit einer hinlänglichen Menge destillirten Wassers eine halbe Stunde lang kochen. Die durch ein Filter von der Flüssigkeit befreiete, gut ausgelaugte, und wieder scharf getrocknete Erde hatte durch diese Operation 20 Gran an Gewicht verloren, von dem schwarzen Moder (der Humuskohle) war aber sichtbarlich nichts aufgelöst worden. Die abfiltrirte Flüssigkeit zeigte, mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen versetzt, einen starken Gehalt

an Humussäure, und wurde durch eine Lösung von salpetersaurem Silber purpurroth gefärbt, indessen zeigte sich nur eine leise Spur von salzsauren Verbindungen, wohl, aber wurde durch eine Lösung von essigsaurem Blei die Gegenwart der Phosphorsäure erwiesen, so wie sich auch Spuren von schwefelsaurer Kalkerde zeigten.

Fünfhundert Gran dieser ausgekochten Erde glühete ich nun 2 Stunden lang heftig, wodurch sie 53 Gran an Humussäure und Humuskohle (kohlenartigen Humus) verloren hatte.

Andere 500 Gran der ausgekochten, aber nicht geglüheten, Erde wurden mit verdünnter Salzsäure übergossen, und durch Aetzammoniak 18 Gran Eisenoxyd und 8 Gran Thonerde daraus gefällt; als Rückstand blieben 474 Gran Quarzsand und kohlenartiger Humus.

Eine gleiche Menge der getrockneten, weder ausgekochten, noch geglüheten Moorerde übergoss ich mit Aetzammoniak, wodurch der Aufguss augenblicklich schwarzbraun gefärbt, und so aufgeschwollen und gallertartig wurde, dass ich ihn unfiltrirt abgiessen und wieder neue Ammoniakflüssigkeit auf die Erde schütten musste, welches ich so lange fortsetzte, bis das Ammoniak nicht mehr davon gefärbt wurde, wozu die fast unglaubliche Menge von $\frac{3}{4}$ Pfd. *Liquor ammonii caustici* erforderlich war. Die aus der nun verdünnten und filtrirten Auflösung durch verdünnte Salzsäure gefällte, und gut abgewaschene Humussäure betrug an Gewicht 28 Gran. Zwischen dem Quarzsande und der nicht mehr gefärbten Ammoniakflüssigkeit, zeigte sich zuletzt eine schleimige, schwarzbraune Masse, welche weder in jener, noch in Weingeist und starken Säuren, auch nicht in Wasser löslich war. Dieser Schleim verbrannte bei heftigem Glühen, unter Ausstossung eines Geruches nach Erdöl gänzlich, und liefs als Asche etwas Eisenoxyd und Thonerde zurück, es war also basisches humussaures Eisenoxyd und Thonerde, eine Verbindung, welche fast nicht anders, als durch das Verbrennen zu trennen ist.

Denkt man sich nun zu diesem Gehalte von Humussäure, Phosphorsäure und im Wasser löslichen neutralen humussauren Eisenoxyde der Moorerde eine Unterlage von so eisenschüssigem Sande, dass derselbe in 500 Granen über 26 Gran in Salpetersäure lösliches Eisenoxydhydrat enthält, und den Umstand, dass die Humussäure und die humussauren Salze fortwährend unter Anziehung von Sauerstoff eine, wiewohl langsame Zersetzung erleiden, und zuletzt nur von ihnen die Basen und die nicht Zersetzungsfähigen Salze, nebst der Kieselerde zurückbleiben, so glaube ich, wird es nicht sehr schwer sein, sich die Entstehung der Raseneisensteine und deren Unterschied von dem Eisenocher, durch dessen Hülfe sie sich bildeten, erklären zu können; die aber in diesem Boden, vorzüglich auf den höher gelegenen, bebaueten Sandäckern, mit vielen Quarz-Feuerstein- und Granitgeschieben innig vermengt sind, wovon ich verschiedene mir merkwürdig scheinende Exemplare in meiner geognostischen Sammlung besitze. Ueberhaupt sind von denen unter dem Rasen dieser Umgebung sich findenden Raseneisensteinen, vorzüglich unter denen, die sich in dem höher gelegenen Boden befinden, nur wenige in Hinsicht des äusseren Ansehens und der chemischen Mischung einander ähnlich; weil, wie schon Herr Professor Pfuff ¹⁾ sehr richtig bemerkt hat, auf die Oertlichkeit des Vorkommens und auf die Umgebung der Wiesen und Aecker, unter deren Rasen sie vorkommen, in Hinsicht der Oxydationsstufen des Eisens, und der Mischung und Bestandtheile des Erzes viel ankömmt.

Einen derselben, der mir ein mit Kieselerde innig verbundenes Eisenoxydhydrat zu sein schien, habe ich auf fol-

1) Schweiggers Journal für Chemie und Physik. 27ster Band, 1819, S. 90, wo Pfaff ebenfalls dem aus den Heiden zusammenfließenden Gerbestoff (der Humussäuren) enthaltenden Wasser Einfluss auf die Bildung derselben zuschreibt.

gende Weise zerlegt, und meine Vermuthung bestätigt gefunden.

A.

Zweihundert Gran dieses Wiesenerzes von ochergelber Farbe wurden auf's feinste zerrieben, und 48 Stunden lang mit Aetzammoniak digerirt, auf den Rückstand aber so lange Aetzammoniak gegossen, bis dasselbe nicht mehr davon gefärbt wurde. Die ammoniakalische Flüssigkeit war nicht schwarzbraun, wie die der andern von mir zerlegten Raseneisensteine, sondern braungelblich, blieb beständig trübe, und musste unzählige Mal auf das Filter zurückgegossen werden, bis sie klar und dunkel weingelb gefärbt durchlief. Durch den Zusatz von verdünnter Salzsäure wurden braungelbliche Flocken, wie ich sie früher aus dem ammoniakalischen Auszuge des Gelbeisensteines, Bohnerzes, dunkelgelben Sandes u. m. erhalten hatte, gefällt, welche ausgesüßt und scharf getrocknet 2 Gran betrugen, und sehr wahrscheinlich durch das Wasser der Ammoniakflüssigkeit aufgelöstes neutrales humussaures Eisenoxyd waren; denn der größte Theil des im Filter vorhandenen Stoffes war in heißem Wasser lösbar, und die Auflösung lieferte, mit einer Lösung des schwefelsauren Eisens vermischt, einen Niederschlag, der unaufgelöste geringere Theil löste sich aber in Salzsäure, und gab mit blausaurem Kali einen Niederschlag.

B.

Da der Rückstand von 198 Gran das Eisenoxyd beigemengt zu enthalten schien, so behandelte ich ihn mit Salzsäure, welcher einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt waren, so lange, bis dieselbe nicht mehr auf das Pulver wirkte. Durch diese Operation hatte dasselbe 40 Gran verloren, da es aber noch gelb gefärbt erschien, und sich im feuchten Zustande obenauf eine feine pulverartige Schicht einer gelbbraunen Substanz zeigte, die ich für eine humussaure Verbindung hielt, so übergoss ich es, nachdem es abgewaschen worden war, mit Aetzammoniak, welches

auch schwach hellbraun davon gefärbt wurde. Nach dem Abfiltriren der Flüssigkeit, die, wie die obige ammoniakalische Lösung, zuerst nicht klar durchlaufen wollte, schieden sich durch Zusatz von Salzsäure ähnliche braungelbe Flokken ab, die ausgesüßt an Gewicht ebenfalls 2 Gran betrugen.

C.

Die salzsaure Auflösung wurde nun, um einen etwaigen Gehalt von Mangan auszumitteln, nach Pfaff's Methode, mit dem doppelten Gewichte der darin muthmaßlich aufgelösten Oxyde Salmiak versetzt, darauf mit Aetzammoniak gefällt, und die vom Niederschlage abgesonderte, völlig wasserhelle, etwas überschüssiges Ammoniak enthaltende Flüssigkeit in der Siedhitze mit kohlensaurem Kali behandelt, wobei sich keine Spur von Mangan zeigte. Die Flüssigkeit trübte sich aber nach dem Erkalten, und setzte Thonerde ab, die getrocknet, ausgesüßt und geglühet 6 Gran an Gewicht betrug.

D.

Das erhaltene, scharf getrocknete Eisenoxyd betrug an Gewicht 33 Gran, verlor aber bei dem Glühen unter Ausstossung eines stark empyreumatischen Geruches 6 Gr., wahrscheinlich Humussäure, welche vielleicht als neutrales humussaures Eisenoxyd in dem Wasser der Salzsäure gelöst gewesen war, daher nun 27 Gran Eisenoxyd zurückblieben.

E.

Da der aus 156 Gran bestehende sandige Rückstand von der Behandlung mit Salzsäure und Ammoniak noch gelblich war, so wurde derselbe mit der gehörigen Menge Aetzkalklauge im Silbertiegel eingekocht, eine halbe Stunde lang stark geglühet, und nach gehöriger Schmelzung auf die gewöhnliche Weise noch 8 Gran Eisenoxyd und 138 Gran Kieselerde daraus erhalten.

F.

Zweihundert Gran des fein zerriebenen und scharf

getrockneten Wiesenerzes wurden in einer kleinen Retorte bis zum gelinden Glühen erhitzt, die übergegangene Flüssigkeit roch stark empyreumatisch, äufserte aber keinen Einfluss auf das Lackmuspapier. Das Pulver hatte an Gewicht 20 Gran verloren, wornach der Gehalt an Wasser, nach Abzug jener 10 Gran Humussäure, zu 10 Gran zu bestimmen wäre.

G.

Zweihundert Gran des fein zerriebenen Wiesenerzes wurden ganz auf dieselbe Weise zerlegt, wie Herr Professor Pfaff das Wiesenerz bei Schleswig, ohne es auf Humussäure zu prüfen, zerlegt hat ¹⁾. Die Resultate dieser Zerlegung waren: Eisenoxyd 35 Gran, Kieselerde 138 Gran, Thonerde 6 Gran, und Phosphorsäure $3\frac{1}{2}$ Gran. Der Verlust an Humussäure und Wasser betrug also $17\frac{1}{2}$ Gran.

Das von mir zerlegte Wiesenerz von Warxbüttel bestand demnach im Hundert aus:

Eisenoxyd nach D. E. und G.	17,50
Kieselerde nach E. und G.	69,—
Thonerde nach C. und G.	3,—
Phosphorsäure nach G.	1,75
Humussäure nach A. B. und D.	5,—
Wasser nach F.	5,—
	101,25

Da aber die in A. und B. erhaltenen 4 Gran Humussäure, wohl meistens neutrales humussaures Eisenoxyd sein werden, so würden für jene 4 Grane $\frac{3}{5}$, oder im Hundert für 2 Gran $\frac{3}{10}$ Eisenoxyd von dem Gewichte derselben abzuziehen, und dem Eisenoxyde zuzurechnen sein.

Eine andere innige Verbindung der Kieselsäure mit dem Eisenoxydul habe ich in einem Raseneisensteine, der

1) Schweiggers Journal für Chemie und Physik. 27ster Band, S. 79 — 90.

sowohl dem äusseren Ansehen, als dem inneren Gehalte nach, dem von Herrn Professor Pfaff zerlegten Schleswigschen Raseneisensteine Nro. 1. ¹⁾ sehr gleicht, und doch in Hinsicht der Verhältnisse der Bestandtheile zu einander, und des Mangels an Thonerde, wieder verschieden ist, gefunden. Jener Limonit findet sich an einer sehr beschränkten Stelle des von mir schon erwähnten Hagenbruches bei Braunschweig, nesterweise unmittelbar unter dem Rasen, zuweilen in Centner schweren zusammenhängenden Stücken, und besteht, auf die erwähnte Weise zerlegt, im Hundert aus:

Eisenoxydul . . .	60,—
Kieselerde . . .	22,50
Manganoxyd . . .	1,50
Phosphorsäure . . .	8,—
Humussäure . . .	3,75
Wasser . . .	4,25
	100,—

Die aus diesen und den früheren Zerlegungen berühmter Chemiker gewonnenen Resultate zeigen, wie mich dünkt, deutlich an, dass es, wie auch schon Herr Professor Pfaff in seiner Abhandlung bemerkt hat, sehr schwer fallen möchte, die Constitution der Raseneisensteine durch eine bestimmte Formel auszudrücken. Als Grundursache dieser mannigfaltigen Verschiedenheit der Bestandtheile derselben und ihrer Verhältnisse gegen einander, ist wohl nur allein die ganz zufällige Bildung derselben zu betrachten, und Herr Professor Sprengel sagt im 33sten Stücke des Hannoverischen Magazins von 1826 sehr richtig: »Zur »Bildung des Raseneisensteins wird nur erfordert: 1) der »Boden muss mit Eisenoxydhydrat geschwängert sein, 2) »er muss viel Flüssigkeit enthalten, 3) er muss eine abhängige Lage haben, und 4) er muss reich an Humus sein,« u. s. w.

1) A. a. O.

Auch hat man erst in neueren Zeiten die Entstehung der Raseneisensteine problematisch gefunden, in älteren Zeiten hat man ohne die Humussäure und deren Eigenschaften zu kennen, sich ganz richtige Vorstellungen davon gemacht. Der verewigte Werner nahm schon bei Uebersetzung des Cronstedt'schen Werkes (1780) Gelegenheit, seine Idee über die Bildung der Sumpferze auszusprechen, welche nach ihm auch von den meisten Naturforschern angenommen worden ist.

»Die Sumpfeisensteine,« sagt er, »haben sich in langen Zeiträumen, vielleicht vor vielen Jahrhunderten aus dem Wasser der Moräste auf folgende Art niedergeschlagen.«

»Das Bruchwasser nämlich, enthält eine Säure, die von der Art der Pflanzensäure ist, und welche es aus dem niedergefallenen Holze, Blättern und Harze der Waldbäume, und aus denen in den Wäldern befindlichen Pflanzen in sich nimmt; durch diese Säure wird das Wasser geschickt, die zerstreuten Eisentheile aus den Erden und Steinen, über welche es fließt, oder über denen es stehet, auszulaugen. Die ausgelaugten oder aufgelösten Eisentheile führt es mit sich in die tiefen Brüche der Wälder, oder in die niedrigsten Gegenden des da umher befindlichen Landes. Hier stehet das Bruchwasser meist still, verdunstet nach und nach in die Luft, und lässt seine Eisentheile zurück. Diese häufen sich in dem zurückbleibenden Bruchwasser, in welchem ihnen, durch nach und nach hinzukommendes neues Wasser immer mehrere zugeführt worden, an, und fallen alsdann, wenn ihre Menge zu groß wird, dass sie das Verhältniss übersteigt, in welchem die sauren Bruchwasser die Eisentheile aufgelöst enthalten, nach und nach nieder. Davon entsteht auf dem Boden der Brüche eine Schicht gelblich brauner Ocher, die Anfangs sehr schwach ist, aber durch die Länge der Zeit immer stärker und auch fester wird, und den Sumpfo- oder Morasteisenstein ausmacht. Verliert sich endlich das Bruchwasser ganz, so dass die Brüche austrocknen, so er-

»härtet auch dieser Eisenstein noch mehr, und wird zu Raseneisenstein oder Wiesenerz; hieraus folgt also, dass (wie schon Cronstedt bemerkt) der Schwefelkies keinen Antheil an der Erzeugung dieser Eisensteine hat.«

Dieser ganz in der Natur begründeten Erklärung der Bildung der Raseneisensteine fehlt weiter nichts, als eine chemische Erklärung des Processes, und die Bestimmung der Natur der das eisenhaltige Bruchwasser begleitenden Säure; dass diese aber außer der Phosphorsäure die Humussäure sein müsse, wird durch die Analyse der Raseneisensteine bewiesen.

Alle Raseneisensteine, sowohl Sumpf- als Morast- und Wiesenerze, enthalten Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat, Eisenoxydul, kohlensaures Eisenoxydul, Humussäure und Phosphorsäure als gewisse Bestandtheile, als zufällige aber Kiesel- und Thonerde, Mangan, Schwefel- und Salzsäure. Kalk- und Talkerde habe ich nie in denselben gefunden, vermuthlich, weil die mit der Humussäure gebildeten Salze dieser beiden Erden in Wasser löslich sind, und von demselben in den Untergrund geführt werden.

Nach meiner Ansicht möchte wohl also die Entstehung der Raseneisensteine auf folgende Weise zu erklären sein.

Die durch die Zersetzung abgestorbener Pflanzentheile gebildete Humus- und Phosphorsäure zersetzen das im Boden befindliche, oder durch atmosphärische Niederschläge in niedrig gelegene Gegenden oder undurchlassende Erdschichten geführte Eisenoxydhydrat und kohlensaure Eisenoxydul, und treten mit dem Eisen in Verbindungen, die in Wasser schwer löslich, oder ganz unauflöslich sind, als das humussaure Eisenoxydul, humussaures und basisch-humussaures Eisenoxyd, phosphorsaures Eisenoxydul, und das nur in 1500 Theile Wasser lösliche phosphorsaure Eisenoxyd, so wie bei Einfluss des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, das erdige Eisenblau, oder das phosphorsaure Eisenoxyd-Oxydul. Trocknet nun der Boden aus, so erhärten diese Körper zu wirklichen Steinmassen, die oft

Sand und Thon umhüllen und das sogenannte Wiesenerz (Ortstein) bilden ¹⁾. Auch die geognostischen Verhältnisse, unter welchen die Raseneisensteine und das erdige Eisenblau in dem erwähnten Hagenbruche bei hiesiger Stadt vorkommen, scheinen diese Ansicht sehr zu bestätigen, weshalb ich die Lage und Structur desselben und seiner Umgebung näher beschreiben will.

Der Hagenbruch ist ein 208 Morgen Landes haltendes, in einer Vertiefung unter dem Nussberge gelegenes Wiesenmoor, dessen unbebaute Oberfläche dicht mit Sumpfpflanzen, Gräsern und Binsen bedeckt ist. Gleich unter dem Rasen liegt eine brennbare Moorerde von röthlich brauner Farbe, die als Torf gestochen wird, und getrocknet einen braunen Stechtorf liefert, in welchem die Wurzeln, und selbst einige Theile des aufsteigenden Stockes der Pflanzen, aus deren Verwesung er sich bildete, noch ziemlich kenntlich sind. Unter diesem Stechtorfe liegt in höchstens 2 Fufs Tiefe ein Fufs hohes Lager von dem schon beschriebenen Raseneisenstein mit Nestern und Anflug von erdigem Eisenblau, auch an einer Stelle des Moores der oben beschriebene manganhaltige Limonit. Dann folgt auf 3 bis 5 Fufs Tiefe eine weiche, klebrige, schlüpfrige, fast seifenartige Masse von bräunlich schwarzer Farbe, und fast ohne kenntliche vegetabilische Reste, welche das Lackmus-

1) In den, im 4ten Hefte des 7ten Bandes des Erdmann-Schweigger'schen Journales für praktische Chemie 1836, Seite 245 — 246 enthaltenen, aus Poggendorff's Annalen von 1836 entnommenen: Bemerkungen über die Bildung einiger Eisenerze, von A. Kindlein in Grüneberg, wird meine Ansicht über die Entstehung und Bildung der sich zufällig noch jetzt erzeugenden Arten von Eisenerzen, durch viele genaue Beobachtungen nicht allein bestätigt, sondern auch zugleich eine sinnreiche, und gewiss gründliche Erklärung der Bildung der Bohnerze gegeben, obgleich dem Verfasser die Natur der organischen Säure noch nicht bekannt gewesen zu sein scheint.

papier augenblicklich stark röthet, und wegen ihres geringen Zusammenhanges in Formen gedrückt (gebaggert) werden muss. Unter dieser Schicht von Baggertorf (Backtorf), dessen Zerlegung oben mitgetheilt worden ist, liegt aber weißer Quarzsand, hin und wieder, doch selten mit etwas Thon oder Mergel untermischt.

Der Nussberg, an dessen Füsse dieses Moor liegt, ist ein zur Kruperformation gehöriger, ganz isolirt liegender Hügel, der in älteren Zeiten, vor Jahrhunderten, von Bedeutung gewesen sein muss, da unsere ältesten, im 12ten Jahrhunderte erbaueten Kirchen, die alten Stadtmauern und Thore, so wie ein großer Theil unserer alten öffentlichen Gebäude und Kellergewölbe, von Nussbergssteinen erbauet worden sind. Jetzt ist er von unbeträchtlicher Höhe, und umgiebt in einem Kreise ein tiefes Thal, welches sehr wahrscheinlich durch die bedeutenden Steinbrüche entstanden ist, und in welchem sich eine ehemals fast unergründliche Ansammlung von Wasser befindet, die ganz das Ansehen eines durch einen Erdfall entstandenen kleinen Sees hatte, jetzt aber fast verschüttet ist.

Die Oberfläche dieses Hügels ist dicht mit Gräsern und Pflanzen, von welchen manche zu den subalpinen gehören, und verschiedenen Sträuchen überwachsen, auch war derselbe noch vor 50 Jahren fast ganz mit Haselnusssträuchen, die jetzt, wie manche der subalpinen Pflanzen, dort seltener werden, bedeckt.

Gleich unter dem Rasen lagert ein rother, vielfach zerklüfteter, sehr eisenhaltiger bunter Sandstein, dessen Klüfte stark mit Glimmerschüppchen durchsetzt sind. Auf diesen folgt ein ebenfalls rother, bald grob-, bald feinkörniger Rogenstein, welcher auf erhärteten Mergel lagert, der im frischen Bruche grauweiß ist, an der Luft aber erst blaulich grau, dann nach und nach ochergelb, zuletzt aber roth wird, und dabei zunehmend erhärtet, Eigenschaften, welche deutlich genug beweisen, dass das Eisen in demselben als kohlensaures Eisenoxydul enthalten sei, und beim Zutritte des

Sauerstoffes der atmosphärischen Luft nach und nach in den Zustand des Eisenoxydes übergehe. Sämmtliche Schichten lagern endlich auf einem weißgrauen, sehr harten Sandsteine.

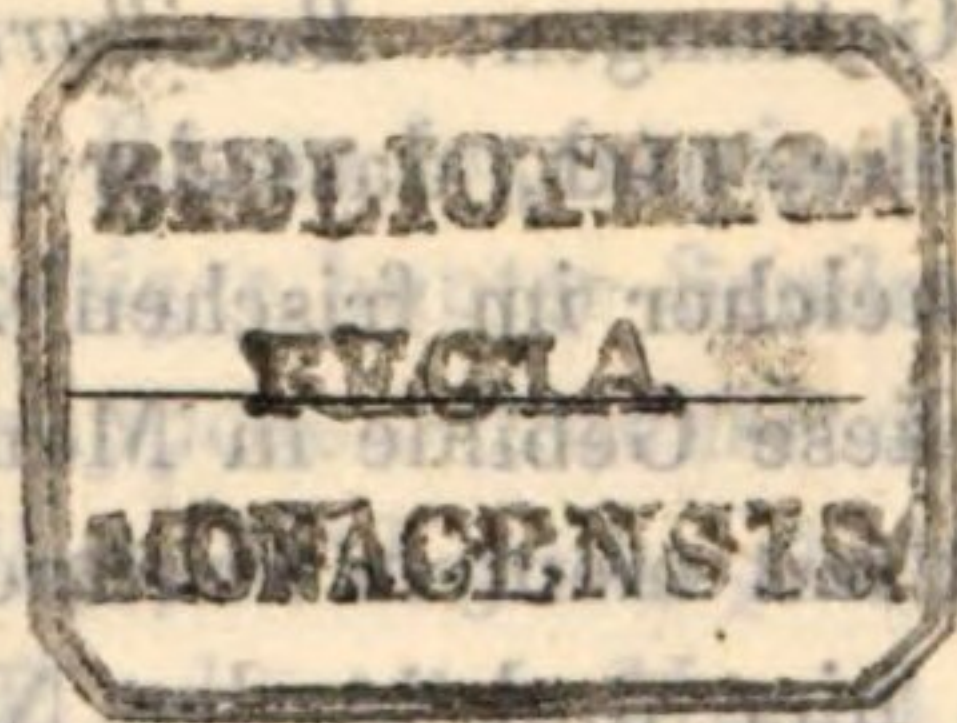
Aus diesem, von mir so gut als es mir möglich war beschriebenen, Hügel ergoss sich noch vor 20 Jahren das durch meteorische Niederschläge oder durch verborgene Quellen demselben entströmende Wasser durch eine muldenförmige Vertiefung, die ganz mit Schilf, Binsen und Riedgräsern bewachsen und mit Eisenoxydhydrat belegt war, gerade in den Hagenbruch. Ob diese Vertiefung von Menschenhänden angelegt worden, oder ob sie durch das Wasser selbst rinnenartig ausgehöhlt war, vermag ich nicht zu entscheiden; da aber das Wasser in derselben braun gefärbt, und mit einer metallisch glänzenden Haut bedeckt war, auch stark eisenhaltig schmeckte, so möchte es wohl keinem Zweifel unterworfen sein, dass demselben die Bildung des im Hagenbruche befindlichen Limonites zugeschrieben werden dürfe, obgleich ich dasselbe nie chemisch untersucht habe, da in neuerer Zeit ein tieferer Abzugsgraben dort angelegt ist, der in den letzteren drei trockenen Jahren ganz ausgetrocknet sein soll.

Die höchst interessante Entdeckung des Herrn Professor Ehrenberg in Berlin, dass der Kieselgehalt vieler Fossilien aus den Kieselpanzern mikroskopischer Infusionsthierchen aus den Gattungen: *Bacillaria*, *Navicula*, *Gailonella* u. s. w. bestehe, und, dass der die Raseneisensteine umgebende Oker, welcher im frischen Zustande schleimig und schlüpfrig ist, diese Gebilde in Menge enthalte, bewog mich, in Gesellschaft mit meinem Freunde, dem Herrn Professor Blasius, den hier und in der Nähe von Hannover vorkommenden Raseneisenstein in dieser Hinsicht mikroskopisch zu untersuchen.

Sowohl bei dem Ueberzuge des Raseneisensteins aus dem Hagenbruche bei Braunschweig, als bei dem vom Lindenberg bei Hannover, fanden wir die Angaben des Hrn.

Prof. Ehrenberg bestätigt. Im Hagenbruche, wo wir Gelegenheit hatten, diese Bildungen auf längerer Dauer zu beobachten, zeigen sie sich besonders auffallend, indem alle Vertiefungen im feuchten Boden, Gräben, Fußstritte, u. s. w. nach einiger Zeit diesen okerhaltigen, schleimigen Ueberzug darbieten, von welchem nach der Behandlung sowohl mit Säuren, als mit Aetzammoniak die Kieselpanzer einer *Gaillonella* unverändert an Gestalt zurückbleiben. Da sich die feinen, gegliederten Fäden, als welche diese Panzer erscheinen, beim Glühen ganz wie die von Herrn Professor Ehrenberg angeführten, röthen und eisenhaltig sind, so glaubte Herr Prof. Blasius sie ebenfalls zu der *Gaillonella ferraginea* Ehrenberg's stellen zu müssen.

In wie fern aber diese Thierchen, die oft einen bedeutenden Theil des okerartigen Ueberzuges des Raseneisensteins ausmachen, mit der Bildung desselben in Zusammenhang stehen, vermögen wir nicht zu entscheiden, indessen haben wir uns davon überzeugt, dass in dem Inneren der untersuchten Raseneisensteine keine Spur dieser Thierchen aufzufinden sei, weshalb ich glaube, dass sie, da sie sich nur in dem schleimigen Ueberzuge der schon gebildeten Raseneisensteine befinden, bei der Entstehung derselben keine Rolle spielen, und überhaupt auf die Bildung derselben gar keinen Einfluss haben, sondern ihren Eisengehalt sich aus dem eisenhaltigen Wasser, in welchem sie entstehen, aneignen.



Förster Buchb.

Wiegmann, Arend J. Fr.,

Ueber die Entstehung, Bildung und das Wesen des Torfes eine von der Königlich-Akademie der Wissenschaften in Berlin des Preises für 1833 würdig erkannte Preisschrift, nebst einem Anhang über die Entstehung, Bildung und das Wesen der Raseneisensteine und des erdigen Eisenblau

Braunschweig 1837

Lith. 453 h

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10284861-6